

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA, SALUD**

**PÚBLICA E HISTORIA DE LA CIENCIA**



**ESTADO NUTRICIONAL Y DIETA DE LOS NIÑOS Y  
NIÑAS EN EDAD ESCOLAR DE LA REGIÓN DE  
AMHARA (ETIOPIA)**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR:**

**Zaida Herrador Ortiz**

Bajo la dirección de los doctores

**Dra. Estefanía Custodio Cerezales  
Dr. Luis Sordo del Castillo**

Madrid, 2015

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA, SALUD  
PÚBLICA E HISTORIA DE LA CIENCIA**



**TESIS DOCTORAL**

**ESTADO NUTRICIONAL Y DIETA DE LOS NIÑOS Y  
NIÑAS EN EDAD ESCOLAR DE LA REGIÓN DE  
AMHARA (ETIOPIA)**

**ZAIDA HERRADOR ORTIZ**

**MADRID 2015**





**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DEPARTAMENTO MEDICINA PREVENTIVA, SALUD PÚBLICA E HISTORIA DE**  
**LA CIENCIA**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**  
**MADRID**

Don Luis Sordo del Castillo, profesor asociado del Departamento de Medicina Preventiva, Salud Pública e Historia de la Ciencia de la Universidad Complutense de Madrid e investigador del Centro Nacional de Epidemiología, y Doña Estefanía Custodio Cerezales, investigadora del Centro Nacional de Medicina Tropical del Instituto de Salud Carlos III

**CERTIFICAN:**

Que la tesis doctoral que lleva por título “ESTADO NUTRICIONAL Y DIETA DE LOS NIÑOS Y NIÑAS EN EDAD ESCOLAR DE LA REGIÓN DE AMHARA (ETIOPIA)” ha sido realizada por la licenciada en Medicina y especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública **doña Zaida Herrador Ortiz** bajo nuestra dirección, y estimamos que reúne los requisitos exigidos para optar al título de Doctor por la Universidad Complutense de Madrid.

De acuerdo con la normativa vigente, firmamos el presente certificado como directores de la mencionada tesis doctoral, autorizando su presentación.

En Madrid, a 25 de Mayo de 2015

**Fdo.: Dra. Estefanía Custodio**

**Fdo.: Dr. Luis Sordo**



La realización de este trabajo ha sido posible gracias a:

La Red de Investigación Cooperativa en Enfermedades Tropicales (RICET):

RD12/0018/0001

Y a la colaboración de diferentes instituciones:

Instituto de Salud Carlos III (Madrid)

Fundación Española para la Cooperación Internacional, Salud y Política Social  
(FCSAI)

Hospital Universitario de la Paz (Madrid)

UBS Optimus Foundation

The Armauer Hansen Research Institute (Etiopia)

Amhara Regional Health Bureau

Felege Hiwot Hospital (Bahir-Dar, Etiopía)

Regional Laboratory (Bahir-Dar, Etiopía)

Fogera District Health Office

Libo Kem Kem District Health Office

Addis Zemen Health Center

***A todos los menores anónimos a los que se refiere este estudio.***

*Caminante, son tus huellas  
el camino y nada más;  
Caminante, no hay camino,  
se hace camino al andar.  
Al andar se hace el camino,  
y al volver la vista atrás  
se ve la senda que nunca  
se ha de volver a pisar.  
Caminante no hay camino  
sino estelas en la mar.*

**Antonio Machado**

*"...Sin embargo, tú sigue tu camino y, como un sol escéptico, ilumínalo con los  
rayos de tu cólera pensadora."*

**Emil Cioran**

## ***Agradecimientos***

*A mis padres, Margarita y Miguel, por darme y hacerme consciente de este motor interno que nunca se apaga a fuerza de ilusión, esperanza y amor.*

*A mis profesores, soy la suma de sus enseñanzas.*

*A los poetas andaluces, por ser mis maestros celestiales.*

*A Lola, por sentirla siempre a mi lado.*

*A mis compañeros del Instituto de Salud Carlos III y del Centro Nacional de Medicina Tropical, en especial a mis jefes Agustín y Pilar, por ser tan buenas personas, confiar en mí y darme esta oportunidad. A Diana y a Emely por rescatarme del encierro.*

*A mis directores de tesis, Estefanía y Luis, gracias a ellos este proceso de aprendizaje ha sido como un hermoso paseo por la vereda del conocimiento. He ganado una tesis, pero también dos amigos.*

*A ti, Alin, porque eres el mejor compañero de viajes que podía siquiera soñar. Me has reconciliado con tantas cosas que ahora soy capaz de rehacerme día a día contigo. A nuestro bebe, Miguel, por todo el amor que tenemos, del que es fruto y que sabremos retornarle.*

## Lista de Publicaciones

El desarrollo de esta tesis ha dado lugar a los siguientes artículos científicos:

1. **Herrador Z**, Sordo L, Gadisa E, Moreno J, Nieto J, Benito A, Aseffa A, Cañavate C, Custodio E. Cross-sectional study of malnutrition and associated factors among school aged children in rural and urban settings of Fogera and Libo Kemkem districts, Ethiopia. PLoS One. 2014 Sep 29;9 (9) :e105880. doi:10.1371/journal.pone.0105880. eCollection 2014. PubMed PMID: 25265481; PubMed Central PMCID: PMC4179248.

2. **Herrador Z**, Sordo L, Gadisa E, Buño A, Gómez-Rioja R, Iturzaeta JM, de Armas LF, Benito A, Aseffa A, Moreno J, Cañavate C, Custodio E. Micronutrient deficiencies and related factors in school-aged children in Ethiopia: a cross-sectional study in Libo Kemkem and Fogera districts, Amhara Regional State. PLoS One. 2014 Dec 29;9(12):e112858. doi: 10.1371/journal.pone.0112858. eCollection 2014. PubMed PMID: 25546056; PubMed Central PMCID: PMC4278675.

3. **Herrador Z**, Perez-Formigó J, Sordo L, Gadisa E, Moreno J, Benito A, Aseffa A, Custodio E. Dietary diversity of school-aged children in Libo Kemkem and Fogera districts, Amhara Regional State, Ethiopia. Manuscrito enviado en marzo de 2015 a la revista Plos One. Pendiente de aceptación tras cambios menores sugeridos por editores.



## **ÍNDICE GENERAL**

GLOSARIO .....	I
ABREVIATURAS .....	II
ABSTRACT .....	IV
RESUMEN .....	IV
1 INTRODUCCIÓN .....	25
1.1 Estado nutricional en países en desarrollo.....	26
1.2 Hábitos de dieta en países en desarrollo .....	41
1.3 Estado nutricional y hábitos de dieta en Etiopia .....	48
1.4 Justificación.....	52
2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	54
2.1 Objetivo general.....	55
2.2 Objetivos específicos .....	55
2.3 Hipótesis de estudio.....	56
3 METODOLOGÍA .....	57
3.1 Área de estudio.....	58
3.2 Diseño del estudio.....	61
3.3 Recogida de información.....	64
3.4 Manejo de datos y variables principales .....	69
3.5 Análisis estadístico .....	75
3.6 Consideraciones éticas .....	76
4 RESULTADOS .....	77
4.1 Descripción de la muestra .....	78
4.2 Objetivo 1. Prevalencia de la desnutrición crónica y aguda en menores en edad escolar.....	82
4.3 Objetivo 2. Factores asociados con la desnutrición crónica y con la desnutrición aguda en ámbito rural y urbano. ....	83
4.4 Objetivo 3. Prevalencia de déficit de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar.....	93
4.5 Objetivo 4. Factores asociados con los déficits de micronutrientes y la anemia. ....	96

4.6	Objetivo 5: Hábitos y diversidad de dieta en menores en edad escolar .....	99
4.7	Objetivo 6. Factores asociados con baja diversidad de dieta en zonas rurales y urbanas.....	102
4.8	Objetivo 7. Consumo de alimentos de origen animal en ámbito rural y urbano, y factores asociados.....	104
5	DISCUSIÓN.....	106
5.1	Prevalencia de la desnutrición crónica y aguda en menores en edad escolar.....	107
5.2	Factores asociados con la desnutrición crónica y aguda en ámbito rural y urbano.....	109
5.3	Prevalencia de déficit de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar.....	114
5.4	Factores asociados con los déficits de micronutrientes y la anemia.....	119
5.5	Hábitos y diversidad de dieta en menores en edad escolar.....	125
5.6	Factores asociados con baja diversidad de dieta en zonas rurales y urbanas.....	127
5.7	Bajo consumo de alimentos de origen animal en ámbito rural y urbano, así como posibles factores asociados.....	130
6	LIMITACIONES .....	133
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	137
7.1	Conclusiones.....	138
7.2	Recomendaciones .....	140
8	REFERENCIAS.....	154
9	ANEXOS.....	161
9.1	Anexo 1. Cuestionarios utilizados en el trabajo de campo.....	162
9.2	Anexo 2. Artículos publicados.....	172



# GLOSARIO

*Ayib*: queso fresco etíope suave similar al requesón

*Bula*: harina hecha con corteza del árbol de falso plátano.

*Ergo*: leche fermentada tradicional de Etiopía

*Gott*: poblado

*Kebele*: sub-distrito

*Kililoch*: divisiones étnicas en Etiopía

*Kotcho*: harina hecha con corteza del árbol de falso plátano con fibra.

*Malat*: cereal etíope

*Shiro*: tipo de salsa espesa tradicional que se toma con la enjera

*Teff*: cereal que crece en las tierras altas de Etiopía y Eritrea, en el cuerno de África.

*Woreda*: distrito

*Wot*: estofado de carne

# ABREVIATURAS

ACP: análisis de componentes principales

AGP:  $\alpha$ 1-glicoproteína ácida

AOA: alimentos de origen animal

BMA: Banco Mundial de Alimentos

CC: cabeza de familia

DD: diversidad de la dieta

DF: déficit de folato

DFe: déficit de ferritina

DM: déficit de micronutrientes

D.S.: desviación estándar

DVA: déficit de vitamina A

DVB12: déficit de vitamina B12

DZ: déficit de zinc

EDNS: encuesta Demográfica Nacional de Salud

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura

Hb: hemoglobina

IC95%: intervalo de confianza al 95%

IDD: índice de Diversidad Dietética

IMC: índice de Masa Corporal

ISE: índice socioeconómico

ISED: índice socio-educativo

IRC: índice de recursos comunitarios

IZiNCG: grupo Consultor Internacional en Zinc y Nutrición

IVD: insuficiencia de vitamina D

LV: leishmaniasis visceral

MA: malnutrición aguda

MC: malnutrición crónica

NCHS: Centro Nacional de Estadísticas Sanitarias de los Estados Unidos

ODM: objetivos de desarrollo del milenio

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONGs: Organización no Gubernamental

OR: odds ratio

ORa: odds ratio ajustada

PCR: proteína C - reactiva

PRPC: persona responsable de la preparación de la comida

SIDA: síndrome de inmunodeficiencia adquirida

TBIDD: Tercil bajo del índice de diversidad de dieta

UNICEF: Fondo de Naciones Unidas para la Infancia

# ABSTRACT

## BACKGROUND

Adequate nutrition is essential during childhood to ensure healthy growth, proper organ formation and function, a strong immune system, and neurological and cognitive development. Nutritional status has a major impact on children's survival mainly due to the synergistic relationships between malnutrition and diseases. In Eastern and Southern Africa, undernutrition is a major underlying cause of the persistently high child mortality, contributing to more than a third of all deaths among children under age 5 [1].

Undernutrition encompasses stunting, wasting and deficiencies of essential vitamins and minerals (collectively referred to as micronutrients). Stunting and wasting (or thinness in children over the age of 5 years) represent different histories of nutritional insult to the child. Linear growth retardation (chronic malnutrition or stunting) is frequently associated with repeated exposure to adverse economic conditions, poor sanitation, and the interactive effects of poor nutrient intakes and infection. Low weight-for-height or low body mass index (BMI) for age (acute malnutrition, wasting or thinness) is generally associated with recent illness and/or food deprivation. Globally, 162 and 51 million under-five year olds were stunted and wasted, respectively, in 2012 [2].

With regards to micronutrients, it has recently become recognized by the nutrition community that micronutrients deficiencies (MD) are very widespread, probably one of the main nutritional problems in the world and a major contributor to childhood morbidity and mortality. Micronutrients of known public health importance include the following: zinc, iodine, iron, selenium, copper, vitamins A, E, C, D, B2, B6, B12 and folate [3]. MD are specially relevant in children since they are in a growth and development phase and have nutritional requirements that vary according to the stage of

growth and that are greater and clearly differentiated from those of adults. More than 2 billion people in the world today are estimated to be deficient in key vitamins and minerals, mainly vitamin A, iodine and zinc. Particularly in Africa, MD affect millions of people, especially the most vulnerable groups, which are children and pregnant women [3].

The causes of childhood malnutrition are diverse, multidimensional, and interrelated. An analytical framework suggested by the United Nations Children's Fund (UNICEF) categorizes the causes into (a) immediate causes: inadequate dietary intake and illness, (b) underlying causes: insufficient access to food in a household; inadequate health services and unhealthy environment; and inadequate care for children and women at the household level, and (c) basic causes: insufficient current and potential resources at societal level [4]. Food consumption is one of the immediate causes of children malnutrition according to this casual framework. In turn, food consumption may be affected by food availability, stability of the food supply, food access, and food utilization, the four pillars of food security, as well as by physiological and health status, cultural patterns, perceptions and societal conventions, among others [5]. The latest estimates from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) indicate that 805 million people – about one in nine of the world's population – had insufficient food for an active and healthy life in 2012 [6].

In Ethiopia, child malnutrition continues to be a major public health problem. According to the 2011 Ethiopian National Demographic Health Survey (ENDHS), the prevalence of both wasting and stunting in children under 5 years is very high (10% and 44 %, respectively) [7]. Deficiencies in key vitamins and minerals are also placed among the major public health problems. Data from the 2011 ENDHS show that Ethiopian children aged 6-59 months are dramatically affected by Vitamin A deficiency (VAD) and anaemia, affecting around 61% and 54% respectively [7]. The situation in older children for both types of undernutrition is not so well known. Furthermore, rural-urban disparities in child nutrition, as well as growing urbanization that

results in increasing inequalities in urban areas, underlines the need to improve our knowledge of the main drivers of urban-rural differences.

Food consumption patterns across Ethiopia are diverse, and the food basket consists of a wide variety of grains and other staples, which change widely according to differences in agro-ecology, socioeconomic levels, and livelihood strategies. As in many other traditional societies, dietary preferences and consumption patterns are also influenced by cultural values and traditions and may not necessarily reflect availability or the nutritional quality of specific food items [8]. Moreover, given dependence on own production, food grain consumption varies at different times of the year. Inequalities in dietary patterns among urban and rural areas exist too, and may be due to the fact that the populations residing in rural areas have lower level of income. Furthermore, people residing in rural areas may face some extra challenges such as social isolation, droughts and limited access to transportation, market, installations and health services [9].

Although there are some studies that have discussed on undernutrition and food habits in Ethiopian children, mostly on children below five years of age, we were not aware of any recent comprehensive study that includes stunting, wasting, micronutrients, haemoglobin and food groups intake among school-aged children in this area. Furthermore, rural-urban disparities have not yet been explored in detail in this region. Therefore, the present study aimed to a) describe the prevalence of stunting and thinness, and their related factors; b) document the differences in the prevalence of stunting and thinness across urban and rural areas accounting for household and individual characteristics; c) describe the distribution of selected micronutrients and the presence of anaemia; d) assess the relationship among MD and diet habits and health factors; e) provide an in-depth description of the food consumption of the study population; f) assess school-aged children's dietary diversity and related factors; and g) find the determinants for the low consumption of food from animal sources in school-aged children in Libo Kemkem and Fogera, Amhara Regional State, Ethiopia.

## RESEARCH CONTENTS

This cross-sectional study was conducted during May–December 2009 in the districts (weredas) of Libo Kemkem and Fogera, located in the Amhara Regional State of Northwestern Ethiopia. According to the 2009 census, the population was 198,374 and 226,595 for Libo Kemkem and Fogera, respectively. Both districts are located in the Tana Zuria Livelihood Zone at an altitude of 1800-2,000 m on average above sea level. Temperatures are relatively high, but rainfall is unusually abundant at 1,173 mm per annum as the long-term mean. Agriculture activities are dependent on a single rainy season (from June to September). Maize, barley and millet are the main food crops, while rice, vetch and chickpea are the main cash crops. Land preparation begins in February and continues until May when long cycle crops are sown. A second land preparation phase for the cultivation of short-cycle crops occurs during the rainy season in August. The consumption year begins in October, lasting until January. Livestock holdings in sheep and cattle are relatively modest, but livestock and butter sales make a substantial compliment to the dominant crop sales. The livestock production season begins with both cattle and small stock births in June. The main lactation period lasts for 5 months, until November. The peak trading season is during the religious festivals in April, September and January, and October and November when plowing activities are complete. Market access is good largely due to the good road network, helping the strong outflow of products from the zone. Overall, trading activities peak during the post-harvest season, starting from October-November, in a relatively good year by local standards. The season of food short supply, in most cases, is just before the harvest, when previous year's grain stores are nearly finished and market prices are high [10].

Sampling was carried out by multistage cluster survey. Sample size was calculated according to previous estimates of malnutrition for children < 5 years old in the area and taking into account a design effect of 2, corresponding to the complex design. All children with reported age between

4 and 15 years living in the household at the time of the survey were included in the study. 889 children were recruited, though blood samples were collected only from 764 (85.9%). Out of the primary sample, 514 school-aged children living in rural areas (57.8%) were randomly recruited for follow up in the post-harvest season, in December 2009.

All children were measured and weighed according to standard WHO procedures. A blood sample was taken via venipuncture from the selected children in order to determine serum levels of micronutrients. The survey consisted of three pre-tested questionnaires (individual, household and community) translated into Amharic which were administered by trained medical personnel (nurses and health officers). The community questionnaire was addressed to the community leader and the individual and household questionnaires were administered to the caretaker of the study children, and consisted of information on individual and household socio-demographic characteristics, and was also comprised of a 24-hour dietary recall.

SPSS version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) was used to enter and analyze data. Stunting and thinness were defined as height-for-age z-score (HAZ)  $< -2$  and BMI-for-age z-score (BAZ)  $< -2$  respectively. The z-scores were calculated using the WHO 2007 reference (for children  $\geq 5$  years) and the WHO Growth Standards (for children  $< 5$  years old), both computed by WHO Anthro Plus software. Cut-off values for micronutrients deficiencies and anaemia were defined after a review of the relevant literature. Based on the FAO/ FANTA Household Dietary Diversity Questionnaire and Guidelines [11], the dietary data collected through the 24-hour diet recall were computed into 9 food groups. The Dietary Diversity Score (DDS) was calculated by summing the number of unique food groups. Three area-based socioeconomic indexes were calculated by performing Principal Component Analysis (PCA): the socioeconomic index (SES), the socio-educative index (SED) and the community endowment index (CEI).

Frequencies and percentages were used to summarize data and to explore the differences among rural and urban communities. In the bivariate



analysis, differences were assessed by student's t-test and  $\chi^2$  tests for continuous and categorical variables, respectively. The socio-economic indexes and the DDS were used to categorize participants into tertiles representing the lower, middle, and upper one-thirds of every index/score in the study population.

The main outcomes of interest to reach our objectives were: stunting, thinness, MD, anaemia, low tertile DDS and consumption of any food from animal source. All variables associated with each of the outcomes at the  $p < 0.10$  level were included in a multivariable analysis. Logistic regression models were obtained by using a manual backward stepwise procedure. Stratification by setting was performed when considered statistically appropriate. The goodness of fit was assessed using Hosmer-Lemeshow statistic. The adjusted odds ratio (OR) and 95% confidence interval (95% CI) were computed. P-values less than or equal to 0.05 were considered statistically significant.

The study was approved by the ethical review boards of Instituto de Salud Carlos III, the Armauer Hansen Research Institute (AHRI)/ All Leprosy Rehabilitation & Training Center (ALERT) and the Ethiopian National Ethical Review Committee. Support letters were obtained from the Amhara Regional State's and district's health bureaus. All parents/guardians gave written informed consent before enrollment of their children in the study.

The study included a total of 889 children aged 4 to 15 years, of which 462 (52.0%) were males and 34.7% were aged above 10 years old. Around 80% lived in the rural setting and 50.6% presented malnutrition. There were several differences between children living in rural and urban settings regarding child health status, behavior and dietary habits; and household characteristics. Children living in rural areas slept under a bed net less frequently than urban children (41.1% vs. 67.4% respectively,  $p < 0.001$ ). Up to 58% of school aged children living in rural sites herd the cattle, while this behavior was found only in 3.9 % of urban children. On the day before the survey, 18.1% of children in the rural setting had consumed food from animal

sources vs. 64% of those in the urban setting. With regards to household characteristics, the proportion of rural households that owned land was 97.6% vs. 10.1% in urban households, while the corresponding figures for ownership of domestic animals or chickens were 96.3% vs. 36.5%, respectively ( $p < 0.001$  for each). The distribution of the rest of the socio-demographic and household variables but one (years of education of the HH) also differed significantly between urban and rural areas.

The global prevalence of malnutrition was significantly higher in rural than in urban communities (53% and 42.1% respectively;  $p = 0.006$ ). The prevalence of stunting among school-aged children was 42.7% in rural areas and 29.2% in urban areas, while the corresponding figures for thinness were 21.6% and 20.8%. Age differences were significant in both strata. In the rural setting, fever in the previous 2 weeks (OR:1.6; 95%CI:1.2-2.3), consumption of food from animal sources (OR:0.5; 95%CI:0.3-0.9) and consumption of the family's own cattle products (OR:0.5; 95%CI:0.3-0.9), among others factors were significantly associated with stunting, while in the urban setting, only age (OR:4.6; 95%CI:2.1-10.2) and years of schooling of the person in charge of food preparation were significant (OR:0.9; 95%CI:0.8-0.9). Thinness was statistically associated with number of children living in the house (OR:1.3; 95%CI:1.0-1.6) and family rice cultivation (OR:0.6; 95%CI:0.4-0.9) in the rural setting, and with consumption of food from animal sources (OR:0.3; 95%CI:0.1-0.7) and literacy of head of household (OR:0.2; 95%CI:0.1-0.6) in the urban setting.

Regarding micronutrient undernutrition, more than two thirds of the school-aged children (79.5%) had at least one MD and 40.5% had two or more coexisting micronutrient deficiencies. The less prevalent MD were of vitamin B 12 (1.3%), copper (3.3%), ferritin (3.4%) and vitamin C (4%). The most prevalent deficiencies were of zinc (12.5%), folate (13.9%), vit A (29.3%) and vit D (49%). Anaemia occurred in 30.9% of the children.

Children living in rural areas were more likely to have vitamin D insufficiency [OR: 5.9 (95%CI: 3.7-9.5)] but less likely to have folate deficiency

[OR: 0.2 (95%CI: 0.1-0.4)] and anaemia [OR: 0.6 (95%CI: 0.4-0.9)]. Splenomegaly was positively associated with folate deficiency and anaemia [OR: 2.8 (95%CI: 1.2-6.5) and 4.9 (95%CI: 2.5-9.7)]. Meat consumption were inversely correlated with zinc and ferritin deficiencies [OR: 0.3 (95%CI: 0.1-0.8) and 0.2 (95%CI: 0.1-0.9)], while oil consumption showed a negative association with anaemia and deficiencies of folate and vitamin A [OR: 0.6 (95%CI: 0.3-0.9), 0.5 (95%CI: 0.3-0.9) and 0.6 (95%CI: 0.4-0.9)]. Serum ferritin levels were inversely correlated to the presence of anaemia ( $p < 0.005$ ).

Finally, we assessed food consumption, the dietary diversity and the consumption of any food from animal source (ASF), and their related factors, in our study population. Up to 80% and 60% of school-aged children living in rural and urban sites, respectively, ate  $\leq 3$  food groups the day before the survey. The percentage of children consuming ASF was significantly higher in urban settings (64% vs 18%). In the rural areas, if the head of the household was male (OR: 1.9; 95%CI: 1.0-3.6) and older than 40 years (OR: 1.6; 95%CI: 1.0-2.4) the child had a lower DDS in the lean season, while differences by socioeconomic indexes were observed in the post-harvest season. Males took more ASF than females in rural settings (OR: 1.7; 95%CI: 1.1-2.6) and differences by socioeconomic indexes were observed in both settings in the lean season, though not in post-harvest survey.

## CONCLUSIONS

Our study showed that there was a high prevalence of stunting (39.8%) and thinness (21.4%) among school-aged children in Libo Kemkem and Fogera regions of Ethiopia. The prevalence of stunting was significantly higher in rural areas, but no significant differences were observed for thinness. Various intermediate and distal factors were associated with both types of malnutrition in one or both settings. Other determinants were related to only one kind of malnutrition. We found that the probability of a child being malnourished increased with age. Age-group differences were significant in

both strata for stunting and thinness. As children mature, household socioeconomic characteristics may emerge in conjunction with behavioral and biological variables as important risk factors. Although malnutrition among pre-school children has been well documented in Ethiopia, to our knowledge this is the first research to assess factors related to acute and chronic malnutrition stratified by setting in school aged children.

We also found a high prevalence of vitamin A deficiency and vitamin D insufficiency while moderate prevalence of zinc and folate deficiencies in our study population. The magnitude of anaemia determined in this study (30.9%) was considered as a moderate public health problem according to WHO standards. Some food groups consumed the day before the survey, especially those from animal origin and fats and/or oils, were “protective” factors against zinc and vitamin A deficiencies and anemia. Several child health status variables were significantly associated with the presence of micronutrient deficiencies. Up to date, only few countries have conducted surveys on micronutrients status at the national or subnational level, and most of them have been focused on limited number of micronutrients. Given the paucity of previous data, our results represented a starting point for future research.

With regards to foods consumption and dietary diversity, our findings revealed that school-aged children diet in Libo Kemkem and Fogera *woredas* lacked diversity. The intake of food from animal source was low, especially at rural sites. Overall, area of residence seemed to be a predictor of children’s food habits, which highlights the need of stratifying the data in developing countries. We also found several household factors, particularly socioeconomic indexes, associated to ASF intake and low DDS. Furthermore, low consumption of ASF and low DDS were previously associated with highest prevalence of chronic malnutrition and some micronutrient deficiencies in the same study population.

In summary, we believe that our results add valuable information to the main knowledge gaps on the nutritional status and dietary habits of

school-aged children living in this region of Ethiopia, and probably in similar contexts. Nevertheless, major efforts will be needed to close critical knowledge gaps, to test and scale-up improved and affordable interventions, and to disseminate evidence to decision makers and stakeholders to fully respond to undernutrition in school-aged children in the study area. Our findings also suggest that improving food availability is a necessary but not sufficient condition to improve the nutritional status of school-aged children in this region. Especially in rural areas, the challenge will be for health and development extension workers to build on this knowledge through educational campaigns when advising households about balanced diet, food production and consumption, and hygienic behavior. It is also important to emphasize that nutritional programs should not be biased towards rural areas at the cost of excluding the urban poor. Our findings can be used to help policy makers plan and undertake regional initiatives to streamline recommendations.

# RESUMEN

## INTRODUCCION

Una nutrición adecuada es esencial durante la infancia para asegurar un crecimiento sano, la formación de los órganos, un sistema inmunológico fuerte y el correcto desarrollo neurológico y cognitivo del niño. El estado nutricional tiene además un impacto importante en la supervivencia de los niños, principalmente debido a las relaciones sinérgicas entre la desnutrición y las enfermedades. En África oriental y meridional, la desnutrición es una de las principales causas subyacentes de la persistencia de una elevada mortalidad infantil, contribuyendo a más de un tercio de todas las muertes entre los niños menores de 5 años [1].

La desnutrición abarca la malnutrición crónica (MC), la malnutrición aguda (MA) y los déficits de vitaminas y minerales esenciales (denominados colectivamente como micronutrientes). La MC y MA se producen a raíz de diferentes historias de carencias nutricionales para el niño. La MC se asocia frecuentemente con la exposición repetida a condiciones económicas adversas, la falta de saneamiento, los efectos interactivos de una pobre ingesta de nutrientes y la presencia de infecciones repetidas. La MA o el bajo índice de masa corporal (IMC) se relaciona por lo general con el padecimiento de una enfermedad y/o un estado de privación de alimentos reciente. A nivel mundial, en 2012, 162 y 51 millones de menores de cinco años presentaron MC y MA, respectivamente [2].

El déficit de micronutrientes (DM) constituye uno de los principales problemas nutricionales, y contribuye de manera significativa a la morbilidad y mortalidad infantil en el mundo, aunque este hecho solo ha comenzado a ser reconocido recientemente por parte la comunidad de expertos en nutrición. Los micronutrientes de especial relevancia para la salud pública son los siguientes: cinc, yodo, hierro , selenio , cobre, vitaminas A, E, C , D , B2 , B6 , B12 y ácido fólico [3]. Los DM son especialmente importantes en los niños, ya

que se encuentran en una fase de continuo crecimiento y desarrollo, y por tanto tienen requerimientos nutricionales mayores que varían según la etapa de crecimiento. Se estima que hoy en día más de 2 billones de personas en el mundo padecen algún DM, principalmente vitamina A, yodo y zinc. En particular en África, los DM afectan a millones de personas, especialmente a los grupos más vulnerables, es decir, a los niños y las mujeres embarazadas [3].

Las causas de la desnutrición infantil son diversas, multidimensionales e interrelacionadas entre sí. El marco conceptual propuesto por UNICEF clasifica las causas en (a) causas inmediatas: la ingesta inadecuada en la dieta y la enfermedad, (b) causas subyacentes: el acceso insuficiente a los alimentos en el hogar; unos servicios de salud insuficientes e inadecuados y/o un medio insalubre; y la falta de cuidados, y (c) causas fundamentales: la falta de recursos comunitarios actuales y potenciales [4]. El consumo de alimentos es una de las causas inmediatas de desnutrición infantil de acuerdo con este marco conceptual. A su vez, el consumo de alimentos puede verse afectado por otros factores como son la disponibilidad de alimentos, la estabilidad de su suministro, el acceso y la utilización de los alimentos, que son los cuatro pilares de la seguridad alimentaria; y además, por el estado fisiológico y de salud, los patrones culturales, las percepciones o las convenciones sociales [5]. Las últimas estimaciones de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) para el año 2012, indican que 805 millones de personas - aproximadamente una de cada nueve personas en el mundo – tenían una dieta que resultaba insuficiente para poder llevar a cabo una vida activa y saludable [6].

En Etiopía, la desnutrición infantil constituye un importante problema de salud pública. De acuerdo con la Encuesta Demográfica Nacional de Salud (EDNS) de 2011, la prevalencia de MC y MA en los menores de 5 años era bastante alta (44% y 10 %, respectivamente) [7]. Según esta misma encuesta, el 61% y 54% de los niños y niñas etíopes con 6-59 meses tenían déficit de vitamina A (DVA) y anemia, respectivamente [7]. Más allá de los 5 años de edad, la situación de ambos tipos de desnutrición en el país es bastante

desconocida. Por otra parte, las crecientes disparidades urbano-rurales en la nutrición infantil, relacionadas con el proceso desorganizado de urbanización y el aumento de las desigualdades en las zonas urbanas, subraya la necesidad de mejorar el conocimiento de las principales causas de estas diferencias urbano-rurales.

Los patrones de consumo de alimentos en toda Etiopía son diversos. La cesta de alimentos se compone fundamentalmente de una amplia variedad de cereales y otros alimentos básicos, que cambian según diferencias en la agroecología, en las condiciones socioeconómicas y en los hábitos de vida de las distintas regiones y grupos étnicos del país. Al igual que en muchas otras sociedades tradicionales, las preferencias alimentarias y los patrones de consumo también se ven influenciadas por los valores y las tradiciones culturales, y no siempre reflejan necesariamente la disponibilidad o la calidad de los alimentos [8]. Por otra parte, la producción y el consumo de alimentos varían según la estación del año. Existen también desigualdades en los hábitos alimentarios entre las zonas urbanas y rurales, que pueden ser debidas, al menos en parte, al hecho de que la población que reside en las zonas rurales tiene menor nivel de ingresos. Otros posibles motivos son el aislamiento y el acceso limitado al transporte, mercados, instalaciones y servicios de salud [9].

Aunque se han realizado estudios sobre desnutrición y hábitos alimentarios en los niños etíopes, sobre todo en menores de 5 años, no existen estudios recientes que analicen la MC, la MA, los DM y la anemia, y los hábitos alimentarios y diversidad de dieta entre los niños en edad escolar en esta área. Por otra parte, las disparidades urbano-rurales y su impacto en el estado nutricional de los niños aún no se han explorado en detalle en esta región. Por todo ello, nos planteamos realizar un estudio con los siguientes objetivos: a) describir la prevalencia de la MC y la MA, y sus factores relacionados; b) identificar las diferencias en las prevalencias de MC y MA en áreas urbanas y rurales, según características individuales y del hogar; c) describir la distribución de los micronutrientes seleccionados y la presencia de anemia; d) evaluar la relación entre los DM más prevalentes y los hábitos dieta y el estado de salud del menor; e) proporcionar una descripción detallada del consumo de



alimentos de la población de estudio; f) evaluar la diversidad de dieta y los factores relacionados; y g) identificar los factores asociados a un bajo consumo de alimentos de origen animal en los niños en edad escolar en Libo Kemkem y Fogera, en la región de Amhara, Etiopía.

## **CONTENIDOS DE LA INVESTIGACION**

Se realizó este estudio transversal entre mayo y diciembre de 2009 en los distritos (*weredas*) de Libo Kemkem y Fogera, ubicados en la región de Amhara, en el noroeste de Etiopía. Según el censo 2009, la población era de 198.374 y 226.595 habitantes en Libo Kemkem y Fogera, respectivamente. Ambos distritos están ubicados en la zona agroalimentaria de Tana Zuria, a una altitud de 1.800-2.000 m sobre el nivel del mar. Las temperaturas son relativamente altas, pero las lluvias son inusualmente abundantes (una media de 1.173 mm<sup>3</sup> por año). Las actividades agrícolas dependen de una sola temporada de lluvias (de junio a septiembre). El maíz, la cebada y el mijo son los principales cultivos, mientras que el arroz, la arveja y los garbanzos son los principales cultivos comerciales. La preparación de la tierra de cultivo comienza en febrero y continúa hasta mayo, cuando se siembran los cultivos de ciclo largo. Una segunda fase de preparación de la tierra para la siembra de cultivos de ciclo corto se produce durante la temporada de lluvias en agosto. Las explotaciones ganaderas de ovino y vacuno son relativamente modestas, y las ventas de ganado y mantequilla constituyen un importante activo adicional para la mayoría de hogares en zonas rurales, sobre todo en épocas de mayor vulnerabilidad. La temporada de la producción ganadera comienza con los nacimientos de ganado bovino y ganado menor (ovino y caprino) en junio. El período de lactancia tiene una duración aproximada de 5 meses, hasta noviembre. La temporada alta de las principales actividades comerciales (venta de grano y de ganado) tiene lugar durante las fiestas religiosas en abril, septiembre y enero, y en octubre y noviembre, cuando las actividades de arado se completan. El acceso al mercado es bueno en gran parte debido a la buena red de carreteras, ayudando a la exportación de productos de la zona.

La temporada de escasez de alimentos, en la mayoría de los casos, es justo antes de la cosecha, cuando las reservas de grano del año anterior están casi terminadas y los precios del grano en el mercado son altos [10].

Para seleccionar a nuestra población de estudio, se realizó un muestreo polietápico por conglomerados. El tamaño de la muestra se calculó de acuerdo a estimaciones anteriores de desnutrición en niños menores de 5 años en la zona, y teniendo en cuenta un efecto de diseño de 2, por el diseño complejo del estudio. Todos los niños y niñas con edad comprendida entre 4 y 15 años que vivían en el momento de la encuesta en los hogares seleccionados aleatoriamente se incluyeron en el estudio. En total, se recogió información de 889 niños, aunque solo se tomaron muestras de sangre de 764 (85,9%). Para estudiar el rol de la estacionalidad en los hábitos alimentarios de los menores, se sub-seleccionaron al azar 514 niños en edad escolar que vivían en zonas rurales (el 57,8% del total) para su seguimiento en la temporada posterior a la cosecha, en diciembre de 2009.

Todos los niños se midieron y se pesaron de acuerdo con procedimientos estandarizados por la OMS. Una muestra de sangre fue tomada vía venopunción con el fin de determinar los niveles séricos de micronutrientes. La encuesta consistió en tres cuestionarios (individual, familiar y comunitario), pilotados con anterioridad y traducidos al amhárico, que fueron administrados por personal entrenado para tal fin (enfermeros y agentes de salud). El cuestionario comunitario fue contestado por el líder de la comunidad mientras que los cuestionarios individuales y del hogar se administraron al cuidador principal de los niños y niñas del estudio. En el cuestionario individual se incluía un recordatorio de alimentos consumidos en las últimas 24 horas.

Se utilizó el software SPSS versión 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) para el análisis de los datos. La MC y la MA se definieron con una puntuación z para la talla para la edad  $<-2$  y una puntuación z para IMC por edad  $<-2$ , respectivamente. Las puntuaciones z se calcularon utilizando la referencia de la OMS de 2007 (para niños de  $\geq 5$  años) y los patrones de crecimiento de la

OMS (para niños <5 años de edad), ambos calculados con el software de la OMS Anthro Plus. Los valores de corte para los DM y la anemia se definieron después de una exhaustiva revisión de la literatura. Los alimentos recogidos en el recordatorio de 24 horas fueron agrupados en nueve grupos, según las recomendaciones de la FAO / FANTA [11]. El índice de diversidad dietética (IDD) se calculó sumando el número de grupos de alimentos consumidos. A partir de variables del hogar y datos comunitarios se construyeron tres índices socioeconómicos mediante análisis de componentes principales: el índice socioeconómico (ISE), el índice socio-educativo (ISED) y el índice de recursos comunitarios (IRC).

Se calcularon las frecuencias y porcentajes de las variables independientes del estudio para resumir los datos y explorar las diferencias entre las comunidades rurales y urbanas. En el análisis bivariado, las diferencias se evaluaron mediante los test de t de student y  $\chi^2$  para variables continuas y categóricas, respectivamente. Se calcularon los terciles de los índices socioeconómicos y el IDD.

Los principales resultados de interés (o variables dependientes) para alcanzar nuestros objetivos fueron: MC, MA, los DM más prevalentes, anemia, el tercil bajo de IDD y el consumo de alimentos de origen animal. Todas las variables asociadas a cada uno de las variables resultado con un nivel de significación  $p < 0,10$  se incluyeron en un análisis multivariable. Los modelos de regresión logística se obtuvieron mediante el uso de un procedimiento manual de pasos hacia atrás. Cuando se consideró necesario, se realizó estratificación de los distintos análisis según zona de residencia. La bondad de ajuste se evaluó a través del estadístico de Hosmer-Lemeshow. Se calcularon las razones de probabilidad ajustadas (ORa) y sus intervalos de confianza al 95% (IC del 95%). Los valores de p menores o iguales a 0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

El estudio fue aprobado por los comités de ética del Instituto de Salud Carlos III, el Instituto de Investigación Armauer Hansen (AHRI en inglés) y el Centro de Rehabilitación y Entrenamiento en Lepra (ALERT en inglés) y el

Comité de Ética Nacional de Etiopía. Se obtuvo documentación de apoyo y el consentimiento del gobierno regional y de las oficinas de salud locales. Todos los padres / tutores dieron su consentimiento informado por escrito antes de la inclusión de sus hijos e hijas en el estudio.

En el estudio participaron un total de 889 menores de 4 a 15 años, de los cuales 462 (52,0%) fueron varones y 34,7% tenían más de 10 años de edad. Alrededor del 80% vivía en el medio rural y el 50,6% presentaba alguna forma de desnutrición.

Se encontraron numerosas diferencias significativas en el estado de salud, las prácticas relacionadas con la salud, los hábitos alimentarios y las características del hogar entre los niños y niñas que vivían en zonas rurales y aquellos que vivían en áreas urbanas. Por ejemplo, los niños de zonas rurales dormían bajo tela mosquitera con menos frecuencia que los menores que vivían en zonas urbanas (41,1% vs. 67,4%, respectivamente,  $p < 0,001$ ). Más del 58% de niños en edad escolar que vivían en entornos rurales pastoreaban el ganado, frente al 3,9% de los niños en zonas urbanas. El día previo a la encuesta, el 18,1% de los niños de zonas rurales había consumido alimentos de origen animal frente al 64% de los menores del entorno urbano. En cuanto a las características del hogar, la proporción de hogares rurales que poseían tierras fue 97,6% frente al 10,1% de los hogares urbanos, mientras que las cifras correspondientes a la propiedad de animales domésticos fueron de 96,3% vs. 36,5%, respectivamente para zonas rurales y urbanas.

La prevalencia global de malnutrición (incluyendo MC y MA), fue significativamente mayor en las zonas rurales que en las comunidades urbanas (53% vs. 42,1%,  $p=0,006$ , respectivamente). La prevalencia de MC entre los niños en edad escolar fue del 42,7% en las zonas rurales y del 29,2% en las zonas urbanas, mientras que las cifras correspondientes a la MA fueron de 21,6% y 20,8% para zonas rurales y urbanas, respectivamente. Encontramos diferencias significativas en las prevalencias de MC y MA por grupo de edad en ambos estratos (rural y urbano), siendo mayores en el grupo de edad mayor de 10 años. En el medio rural, haber tenido fiebre en las

últimas 2 semanas (OR: 1,6; IC 95%: 1,2- 2,3), el consumo de alimentos de origen animal (OR: 0,5; IC 95%: 0,3-0,9) y el consumo de productos provenientes del ganado doméstico (OR: 0,5; IC 95%: 0,3-0,9), entre otros factores, se asociaron significativamente con la MC, mientras que en el entorno urbano, sólo la edad (OR: 4,6; IC 95%: 2,9- 10,2) y los años de escolarización de la persona a cargo de la preparación de alimentos mostraron una asociación significativa con la MC (OR: 0,9; IC 95%: 0,8- 0,9). Por su parte, la prevalencia de MA se asoció de manera significativa con el número de niños que vivían en la casa (OR: 1,3; IC 95%: 1,0-1,6) y el cultivo de arroz (OR: 0,6; IC 95%: 0,4-0,9) en el medio rural, y con el consumo de alimentos de origen animal (OR: 0,3; IC 95%: 0,1-0,7) y el grado alfabetización del cabeza de familia (OR: 0,2; IC 95%: 0,1 -0,6) en el entorno urbano.

En cuanto a los déficits de micronutrientes, más de dos tercios de los niños y niñas en edad escolar (79,5%) tenían al menos un DM, y el 40,5% tenían dos o más DM. Los DM menos frecuentes fueron los de vitamina B 12 (1,3%), cobre (3,3%), ferritina (3,4%) y vitamina C (4%). Los DM más prevalentes fueron los de zinc (12,5%), ácido fólico (13,9%), vitamina A (29,3%) y vitamina D (49%). El 30,9% de los niños y niñas a los que se tomaron muestras de sangre tenían anemia.

Los niños y niñas que vivían en zonas rurales resultaron más propensos a padecer una insuficiencia de vitamina D (OR: 5,9; IC 95%: 3,1-9, 1), mientras que la deficiencia de folato (OR: 0,2; IC 95%: 0,1-0,4) y la anemia (OR: 0,6; IC95%: 0,4-0,9) resultaron ser más prevalentes en las zonas urbanas que en las rurales. La presencia de esplenomegalia se asoció positivamente con la deficiencia de folato y con la anemia (OR: 2,8; IC 95%: 1,2-6,5, y OR: 4,9; IC 95%:2,5-9,7, respectivamente). El consumo de carne se correlaciono inversamente con los déficits de zinc y ferritina (OR: 0,2; IC 95%:0,1-0,8, y OR: 0,2 IC 95%:0,1-0,9, respectivamente), mientras que el consumo de aceites y/o grasas mostró una asociación negativa con la anemia (OR: 0,6; IC 95%:0,3-0,9) y con los déficits de ácido fólico y de vitamina A (OR: 0,5; IC 95%:0,3-0,9 y OR:0,6; IC 95%:0,4-0,9, respectivamente). Los niveles de ferritina sérica se correlacionaron inversamente con la presencia de anemia ( $p < 0,005$ ).

Por último, se evaluó el consumo de alimentos, la diversidad de la dieta y el consumo de alimentos de origen animal (AOA), y sus factores asociados en la población de estudio. Más del 80% y del 60% de los niños en edad escolar que vivían en zonas rurales y urbanas, respectivamente, consumió 3 o más grupos de alimentos el día anterior a la encuesta. El porcentaje de niños que consumieron AOA fue significativamente mayor en las zonas urbanas (64% vs. 18%). En las rurales, si el cabeza de familia era hombre (OR: 1,9; IC 95%: 1,0-3,6) y mayor de 40 años (OR: 1,6; IC del 95%: 1,0-2,4), los menores tenían un menor IDD en la temporada de escasez, mientras que no se observaron estas diferencias en la temporada después de la cosecha. Los niños tomaron más AOA que las niñas en el medio rural (OR: 1,7; IC 95%: 1,1-2,6) y se observaron diferencias según los tres índices socioeconómicos (ISE, ISED e IRC) en los dos ámbitos en la temporada de escasez, aunque no en la encuesta post-cosecha en zonas rurales.

## **CONCLUSIONES**

Nuestro estudio ha demostrado la existencia de una alta prevalencia de MC (39,8%) y MA (21,4%) entre los niños y niñas en edad escolar de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, en Etiopía. La prevalencia de MC fue significativamente mayor en las zonas rurales, mientras que no se observaron diferencias significativas según la zona de residencia para MA. Varios factores indirectos se asociaron con ambos tipos de desnutrición en una o ambas zonas. Otros determinantes estaban relacionados con un solo tipo de desnutrición. También observamos que la probabilidad de que un niño estuviera malnutrido aumentaba con la edad. Es probable que, a medida que los niños crecen se vuelvan más vulnerables a las condiciones socioeconómicas del hogar, y la interacción de estas con las variables conductuales y biológicas del menor. Aunque la prevalencia de malnutrición entre los niños en edad preescolar está bien documentada en Etiopía, este es el primer estudio en evaluar los factores relacionados con la MC y la MA, estratificado por zona de residencia, en los niños mayores de 5 años.

También encontramos una alta prevalencia de déficit de vitamina A e insuficiencia de vitamina D, y una prevalencia moderada de déficits de zinc y ácido fólico en la población de estudio. Según los estándares de la OMS, la prevalencia de anemia encontrada en este estudio (30,9%) se traduciría en un problema de salud pública moderada. Algunos grupos de alimentos consumidos el día anterior a la encuesta, especialmente los de origen animal y las grasas y/o aceites, resultaron ser factores "protectores" contra los déficits de zinc y vitamina A y la anemia. Varias variables que pretendían reflejar el estado de salud del niño o niña encuestado se asociaron significativamente con la presencia de déficits de micronutrientes (por ejemplo, la esplenomegalia o haber tenido fiebre en las dos semanas anteriores a la encuesta). Hasta la fecha, sólo unos pocos países han realizado encuestas sobre el estado de micronutrientes a nivel nacional o subnacional, y la mayoría de ellos se han centrado en un número limitado de micronutrientes. Por ello, nuestros resultados representan un punto de partida muy importante para futuras investigaciones que se lleven a cabo en la zona, además de servir a las autoridades locales para planificar intervenciones concretas.

En cuanto a los hábitos alimentarios y la diversidad de la dieta, nuestros resultados revelaron que los niños y niñas en edad escolar que vivían en las *woredas* o distritos de Libo Kemkem y Fogera tenían en general una dieta muy poco diversa. La ingesta de AOA resultó ser especialmente baja, sobre todo en las zonas rurales. En general, la zona de residencia del menor (rural o urbana) resultó ser un buen predictor de sus hábitos alimentarios, lo que pone de relieve la necesidad de estratificar los datos en esta región y en otros contextos similares. También observamos que las características del hogar, en particular los índices socio-económicos contruidos a partir de las mismas, se asociaban a una baja ingesta de AOA y a un IDD bajo, indicadores de carencias en la dieta que a su vez se habían asociado previamente con una mayor prevalencia de MC y de algunos DM en la misma población de estudio.

En resumen, creemos que con nuestros resultados hemos aportado conocimiento a algunas de las principales lagunas que existían sobre el estado nutricional y lo hábitos alimentarios de los menores en edad escolar de esta

región de Etiopía. Es posible que nuestros resultados sean extrapolables a contextos similares. Además, estos conocimientos deberían ser traducidos a los políticos y otros responsables locales para que ellos puedan planificar intervenciones que nos permitan, a su vez, recopilar mayor evidencia. Esto ayudaría a mejorar, de manera sostenible, el estado nutricional de los menores de la zona, lo que a su vez tendría un impacto positivo en el crecimiento económico y el desarrollo de la zona.

Nuestros resultados también sugieren que la mejora de la disponibilidad de alimentos es una condición necesaria pero no suficiente para mejorar el estado nutricional de los niños y niñas en edad escolar en la región. Especialmente en las zonas rurales, el reto para las autoridades de salud será definir campañas educativas que promuevan una dieta equilibrada y una producción de alimentos autosuficiente, a la vez que enriquecedora para el hogar, teniendo presente los factores que han demostrado influir en el estado nutricional del menor, como los niveles educativos del cabeza de familia y de la persona a cargo de preparar la comida. Esperamos que estos hallazgos puedan ser utilizados por los responsables políticos y otras autoridades con competencias en la materia para generar iniciativas y recomendaciones que permitan mejorar el estado nutricional, y por tanto el estado de salud, de los niños y niñas en edad escolar de esta región.



# **1 Introducción**

## 1.1 Estado nutricional en países en desarrollo

### 1.1.1 Conceptos básicos

El estado nutricional de un individuo es la resultante final del balance entre ingesta y requerimiento de nutrientes [12]. Un estado nutricional óptimo favorece el crecimiento y el desarrollo, mantiene la salud general, brinda apoyo a las actividades cotidianas y protege al individuo de enfermedades y otros problemas de salud. Cualquier situación de desequilibrio de nutrientes, comprometerá el estado nutricional y sus funciones vitales [13].

Malnutrición se deriva de los orígenes etimológicos *malus* (malo) y *nutrire* (nutrir) [14]. La malnutrición es la condición que se desarrolla cuando el cuerpo no recibe la cantidad adecuada de calorías, vitaminas, minerales y otros nutrientes necesarios para mantener los tejidos sanos y la función de los órganos [15]. La malnutrición transmite y denota la sensación de estado nutricional incorrecto, fuera de la norma de los límites saludables, bien sea en el lado de la subnutrición (es decir, una deficiencia de uno o más nutrientes) o en el lado de la sobrenutrición (es decir, un exceso de un nutriente o nutrientes) [16]. Aunque frecuentemente los conceptos de malnutrición y desnutrición se utilizan indistintamente, el primero es más amplio e incluye al segundo. Así, la malnutrición es un desorden nutricional que puede deberse a:

- a) Sobrenutrición: por exceso de consumo de calorías, frecuente en los países desarrollados.
- b) Desnutrición: puede producirse por deficiencia dietética o por malnutrición secundaria, causada no por la dieta, sino por enfermedades o patologías que impiden al organismo absorber los nutrientes ingeridos (diarrea, infecciones, sarampión, parásitos intestinales, etc.) [17].

La valoración del estado nutricional de una población es un importante indicador de su estado de salud. Y el estado nutricional del grupo poblacional infantil se considera un buen indicador del estado nutricional y de salud de la población a la que pertenece, por ser uno de los grupos más vulnerables y por encontrarse además en un periodo crítico del crecimiento [18].

Históricamente, la preocupación por los problemas nutricionales en los países en desarrollo se ha centrado en la deficiencia de nutrientes y la mala utilización de los mismos (asociado a la alta prevalencia de enfermedades infecciosas en estos contextos). Aunque el proceso de transición nutricional ha cambiado el espectro de la malnutrición en muchos países en vías de desarrollo, donde comienzan a registrarse cifras nada despreciables de sobrenutrición ligadas, fundamentalmente, a malos hábitos dietéticos y/o crecientes desigualdades sociales [19]. En algunos países como Etiopía, la desnutrición continua siendo el primer problema nutricional de su población infantil.

En estos contextos, y en función del tipo de nutrientes con el que se asocie, la desnutrición se ha clasificado tradicionalmente en **malnutrición proteico-energética (MPE)**, relacionada con una ingesta insuficiente de calorías y proteínas, y en **malnutrición por deficiencia de micronutrientes (DM)**, resultado de la ingesta insuficiente de uno o varios micronutrientes (vitaminas o minerales).

La malnutrición proteico-energética a su vez se clasifica en **malnutrición aguda o emaciación** causada por un episodio reciente de restricción de ingesta alimentaria o de un proceso de enfermedad, y en **malnutrición crónica o desmedro** asociada con una deprivación de nutrientes y/o periodos de enfermedad recurrentes y continuados a lo largo de un tiempo prolongado.

### 1.1.2 Valoración del estado nutricional

Para la valoración del estado nutricional de una población se utilizan básicamente tres tipos de mediciones; antropométricas, bioquímicas y clínicas, a partir de las cuales se crean índices e indicadores que ayudan a interpretar la información recogida.

En el contexto de los países en vías de desarrollo la aplicación de la recogida de variables antropométricas ha sido el método más utilizado, por ser incruento, poco costoso, y de fácil aplicabilidad para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano [18,20].

Las **medidas antropométricas** que se utilizan de forma mayoritaria para la valoración del estado nutricional de la población infantil en este contexto son el peso y la talla, siendo de especial importancia al recoger la edad del individuo de forma certera [21]. A partir de estas medidas se construyen los índices, siendo los más utilizados los que combinan el peso y la talla, y la talla y la edad en función de una determinada población de referencia. Hasta hace algunos años, en el área internacional de la salud pública nutricional, la población de referencia que se utilizaba era la del Centro Nacional de Estadísticas Sanitarias de los Estados Unidos (NCHS) de 1974, o poblaciones de referencia locales. En el año 2006, la OMS publicó los estándares de crecimiento para niños de 0 a 5 años [22] y en el año 2007 la referencia internacional para niños de 5 a 17 años [23]. El tener una población de referencia para comparar permite estandarizar las proporciones y hacer comparaciones fiables (referencias estándares). Los puntos de corte consensuados internacionalmente para obtener indicadores de malnutrición proteico-energética (aguda y crónica) se describen a continuación.

Tabla 1. Puntos de corte de la malnutrición proteico-energética

Índice	Puntos de corte		
	<- 2 DS	>- 3 y <- 2 DS	<- 3 DS
<b>Talla para la edad</b>	Malnutrición crónica	Malnutrición crónica moderada	Malnutrición crónica severa
<b>Peso para la talla</b>	Malnutrición aguda	Malnutrición aguda moderada	Malnutrición aguda severa
<b>IMC para la edad</b>	Malnutrición aguda	Malnutrición aguda moderada	Malnutrición aguda severa

Fuente: elaboración propia

Así, mientras la malnutrición crónica se define antropométricamente solo por el indicador de talla para la edad, la malnutrición aguda puede ser definida a partir del peso para la talla como ‘wasting’ (termino en inglés) o emaciación, o como Índice de Masa Corporal (IMC) para la edad, ‘thinness’ (en inglés) o delgadez. El uso del índice de peso para la talla se recomienda solo para menores de 5 años [22].

Además, las manifestaciones clínicas de la malnutrición aguda severa pueden ser en forma de marasmo (o delgadez extrema) o en forma de kwashiorkor, que se manifiesta con abombamiento abdominal, edemas, coloración rojiza del cabello y despigmentación de la piel. Es por ello, que en una valoración nutricional a nivel poblacional, aquellos niños identificados con edema nutricional son directamente clasificados como malnutridos agudos severos independientemente de sus valores de peso y talla [24].

La malnutrición proteico-energética tiene un impacto directo en la salud, el desarrollo y la mortalidad infantil. La desnutrición aguda severa causa disfunciones orgánicas y en caso de no tratarse, la muerte. La desnutrición crónica o desmedro afecta al desarrollo motor, cognitivo e inmunitario del menor, con consecuencias devastadoras sobre su futura salud y oportunidades educativas y laborales [25].

Los **marcadores bioquímicos** se utilizan en poblaciones de países en vías de desarrollo principalmente para detectar deficiencias de

micronutrientes (vitaminas y/o minerales). Su análisis en estos contextos es poco frecuente, pues en muchas ocasiones las poblaciones estudiadas están aisladas o muy alejadas de centros en los que se puede realizar el análisis de las muestras, lo que complica la logística para la conservación y transporte de muestras, y aumenta de forma importante el coste de todo el proceso. Es por ello que no contamos con referencias internacionales para muchos de los marcadores, pues se carece de información fiable de muchas regiones. Los puntos de corte utilizados en este trabajo para definir estos indicadores se describen en el apartado de Material y Métodos (tabla 4).

Las manifestaciones clínicas de las DM variaran en función del micronutriente implicado, pudiendo cursar en anemia, escorbuto, pelagra, beriberi o la xeroftalmía y pueden, en última instancia conducir a la muerte [26]. Las causas y consecuencias de algunos de los déficits de micronutrientes más importantes a nivel mundial se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 2: causas y consecuencias deficiencias micronutrientes

Déficit	Causas	Consecuencias
<b>Déficit de zinc</b>	Ingesta insuficiente, problemas en la absorción intestinal o pérdidas corporales excesivamente elevadas, así como el padecimiento de determinadas enfermedades [27].	Impacto negativo sobre múltiples funciones corporales y amplia variedad de síntomas como: retraso en el crecimiento, cicatrización lenta de heridas, pérdida de cabello o anemia, entre otras [28].
<b>Déficit de cobre</b>	Situaciones patológicas que cursan con diarrea crónica, como enfermedad celiaca, y enfermedades que cursan con pérdidas crónicas de proteínas, como la enfermedad de Crohn o quemaduras extensas [29].	Diarrea, utilización ineficaz del hierro y proteínas, alteración del crecimiento. En los bebés, la deficiencia de cobre puede afectar al desarrollo de los tejidos nerviosos, óseo y pulmonar [30].
<b>Déficit de ácido fólico</b>	Consumo limitado de alimentos frescos, alcoholismo crónico, nutrición parenteral total; absorción inadecuada de ácido fólico debido a síndromes de malabsorción o a interacciones con medicamentos; necesidad incrementada de ácido fólico; pérdida incrementada; uso deficiente por ingesta de fármacos [31].	Su carencia provoca anemias, trastornos digestivos e intestinales, enrojecimiento de la lengua y mayor vulnerabilidad a heridas. La suplementación con ácido fólico durante el embarazo reduce el riesgo de aparición de defectos del tubo neural del feto como lo son la espina bífida y la anencefalia [32].

<b>Déficit de vitamina B 12</b>	Consumo deficitario, condiciones intestinales crónicas que causan una absorción deficiente, uso prolongado de medicamentos reductores de ácido estomacal, gastritis atrófica, desórdenes que afectan la absorción de vitaminas, inflamación del intestino, necesidad incrementada de vitamina B12 (ej: infestaciones por parásitos intestinales) y determinados trastornos metabólicos [31].	Puede ser asintomática, pero cuando los síntomas se presentan pueden incluir: fatiga y debilidad, diarrea, pérdida de apetito, irritabilidad y depresión y anemia megaloblástica. Casos graves de deficiencia de vitamina B12 pueden causar daños en el sistema nervioso, lo que se conoce como degeneración subaguda combinada de la médula espinal [33].
<b>Déficit de vitamina A</b>	Consumo inadecuado de alimentos ricos en vitamina A o betacaroteno, un precursor de la vitamina A. Deficiencia de hierro, consumo excesivo de alcohol o cualquier condición asociada con mala absorción de grasas, como la pancreatitis, la fibrosis quística o el esprue tropical [34].	Ceguera nocturna. La deficiencia severa de vitamina A por tiempo prolongado puede llevar a una ceguera total e irreversible. Otros síntomas incluyen: ojos secos, inflamación ocular, piel y pelo secos, uñas quebradas y resistencia reducida a infecciones [35].
<b>Déficit de vitamina D</b>	Consumo insuficiente, inadecuada exposición solar, condiciones y procedimientos que afectan la capacidad para absorber vitamina D del tracto digestivo, o condiciones o medicamentos que limitan la conversión de Vitamina D en metabolitos activos, o raramente por algunos desórdenes hereditarios [35].	Disminución de la mineralización ósea, conduciendo a enfermedades blandas en los huesos, tales como raquitismo en niños y osteomalacia en adultos. Algunas investigaciones indican que la deficiencia de vitamina D está vinculada a la merma de la función cognitiva y cáncer de colon [36].
<b>Déficit de vitamina C</b>	Escasez de alimentos ricos en vitamina C y/o frescos en la dieta. Además, la necesidad de vitamina C se incrementa por enfermedades febriles, trastornos inflamatorios, aclorhidria, tabaquismo, el hipertiroidismo, la deficiencia de hierro, el estrés por frío o calor, la cirugía, quemaduras, y déficits de proteínas [36].	Anemia, encías sangrantes, gingivitis y sangrados nasales, disminución de la tasa de cicatrización de heridas, tendencia a la formación de hematomas y disminución de la capacidad para combatir infecciones. Una forma grave de deficiencia de vitamina C se conoce como escorbuto [37].
<b>Déficit de ferritina</b>	Cualquier trastorno inflamatorio. Un nivel inferior a lo normal puede deberse a: sangrado menstrual profuso, afecciones intestinales que causan absorción deficiente, anemia ferropénica o sangrado prolongado del tubo digestivo [38].	La sintomatología más frecuente asociada al déficit de ferritina es la derivada de la anemia ferropénica: debilidad severa, fatiga, bajos niveles de energía, el agotamiento mental y físico, piel pálida, dolor de cabeza, etc. [30].
<b>Anemia*</b>	Múltiples causas, una de las más frecuentes es el déficit de hierro, por ingesta insuficiente o por pérdidas excesivas. Otras causas son: carencias nutricionales (folato, vitamina B12 y vitamina A, entre otras), inflamación aguda y crónica, parasitosis y enfermedades hereditarias/adquiridas que afectan a la síntesis de Hb y a la producción o supervivencia de eritrocitos [39].	Astenia, palpitaciones y disnea. También pueden aparecer síntomas cardiovasculares como taquicardia, disnea de esfuerzo marcada, angor, claudicación intermitente. En ocasiones se producen cambios de humor como irritabilidad, desinterés, tristeza y abatimiento [40].
*Aunque la anemia no es la medición de la deficiencia de un nutriente <i>per se</i> , se incluye en este apartado porque puede ser causada de forma directa por la deficiencia de distintos micronutrientes.		

### **1.1.3 Situación global de la desnutrición**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala la malnutrición como la mayor amenaza individual para la salud pública a nivel mundial. Aunque pocas veces aparece citada como causa directa, la malnutrición está presente en más de la mitad de las muertes de niños y niñas en el mundo [41]. Black et al. (2013) estiman que la desnutrición, incluyendo retraso del crecimiento fetal, malnutrición crónica y aguda, déficits de vitamina A y zinc y una lactancia materna subóptima, es causa de 3,1 millones de muertes infantiles al año, el 45% del total [42]. Además, la resistencia a la infección es menor en los niños malnutridos, que tienen mayor propensión a morir por causa de enfermedades infantiles comunes como las enfermedades diarreicas y las infecciones de las vías respiratorias [24]. Cerrando este círculo, la mayor frecuencia de las enfermedades infecciosas en los países en desarrollo ocasiona que los que sobreviven tiendan a seguir malnutridos, con una capacidad reducida para convertir los alimentos en nutrientes utilizables, y sujetos a la recurrencia de las enfermedades infecciosas y la perturbación del crecimiento [43].

En las últimas dos décadas, las regiones en desarrollo han avanzado notablemente en la reducción de la proporción de habitantes que sufren hambre. A pesar de ello, la desnutrición sigue siendo una de las principales amenazas para la supervivencia, la salud, el crecimiento y el desarrollo de las capacidades de millones de niños, así como para el progreso de sus países [44].

#### **1.1.3.1 Desnutrición aguda**

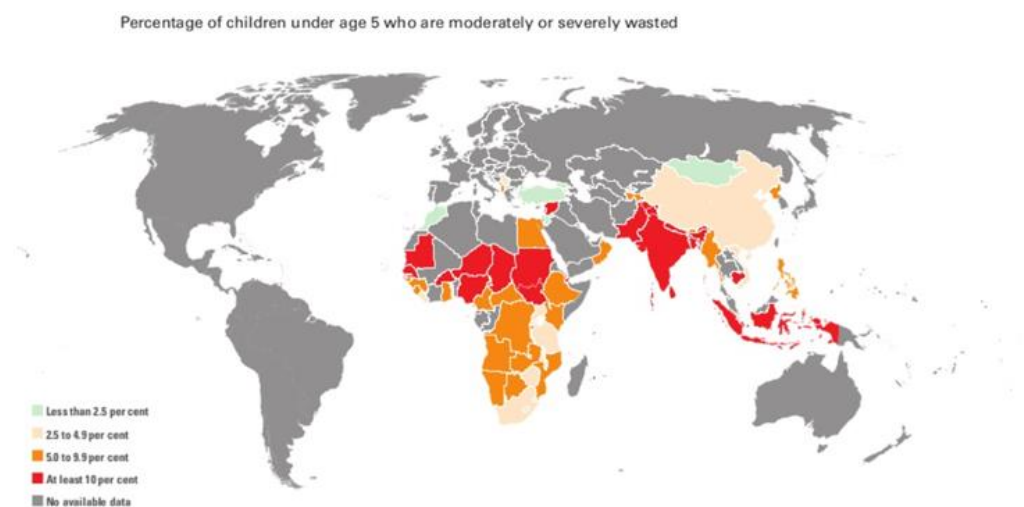
Un 13% de los niños menores de 5 años sufre malnutrición aguda (MA), y un 5% de ellos MA severa. El 60% de los casos de MA se registra en sólo 10



países. Un total de 32 países tienen un 10% o más de niños menores de 5 años con malnutrición aguda grave, que requiere tratamiento urgente [45].

Aunque la escasez de alimentos provocada por los conflictos y los desastres naturales sigue siendo un importante factor desencadenante de la malnutrición aguda, lo cierto es que actualmente se dan muchos más casos en contextos aparentemente estables, como por ejemplo en las aldeas, pueblos y ciudades de la India, Kenia e Indonesia. Además, la mortalidad infantil provocada por la MA sigue siendo preocupantemente elevada, en gran medida debido a que el acceso al tratamiento es muy limitado: actualmente, sólo uno de cada diez niños que sufren la forma más severa de MA tiene acceso al mismo [46]. En la figura 1 se resumen las estimaciones de incidencia de MA según datos de UNICEF.

Figura 1. Prevalencia de malnutrición aguda en África sub-sahariana y el sur de Asia.



Fuente: UNICEF (2013) [25]

### 1.1.3.2 Desnutrición crónica

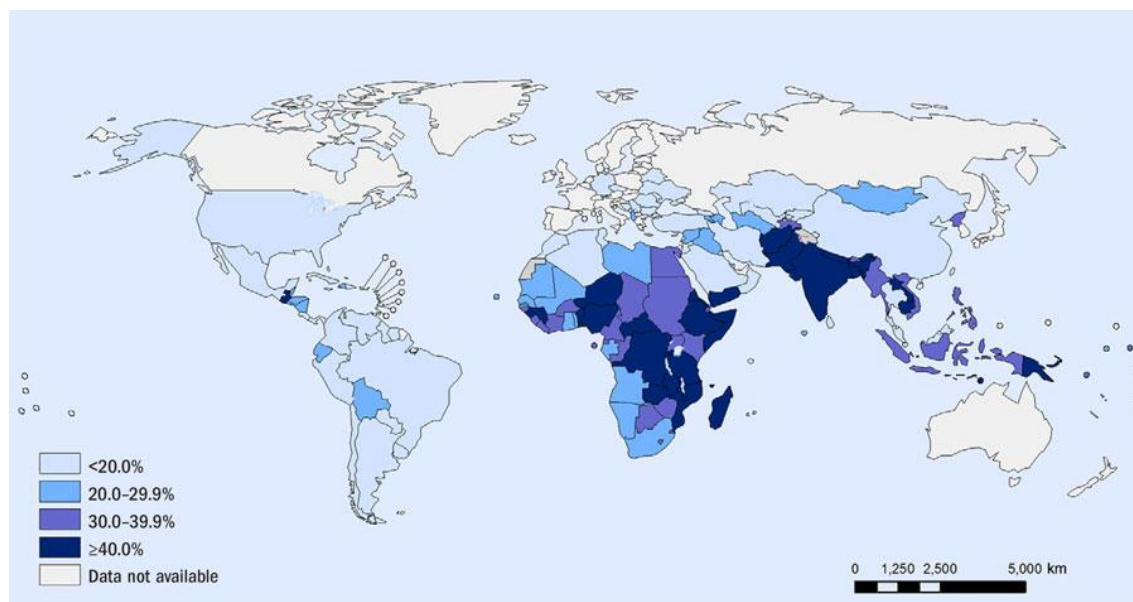
Cerca de 200 millones de niños menores de 5 años sufren malnutrición crónica. En 9 países, Afganistán, Yemen, Guatemala, Timor-Leste, Burundi,

Madagascar, Malawi, Etiopía y Ruanda (de mayor a menor porcentaje), más del 50% de los niños menores de 5 años sufre desnutrición crónica [24].

A pesar de las mejoras registradas a nivel mundial, África muestra un incremento del número de niños con retraso del crecimiento debido al aumento de la población y una prevalencia casi estancada del retraso del crecimiento en los últimos dos decenios. No obstante, ha habido algunos países africanos con reducciones sustanciales en el retraso del crecimiento, entre ellos Etiopía, que redujo la tasa de retraso en el crecimiento del 57% al 44% entre 2000 y 2011, Ghana, del 34% al 29% entre 1993 y 2008, y Mauritania del 55% en 1990 al 22% en 2012 [47].

En la figura 2 puede observarse la distribución de la MC según las últimas estimaciones nacionales de prevalencia.

Figura 2. Malnutrición crónica en menores de 5 años: últimas estimaciones nacionales de prevalencia.

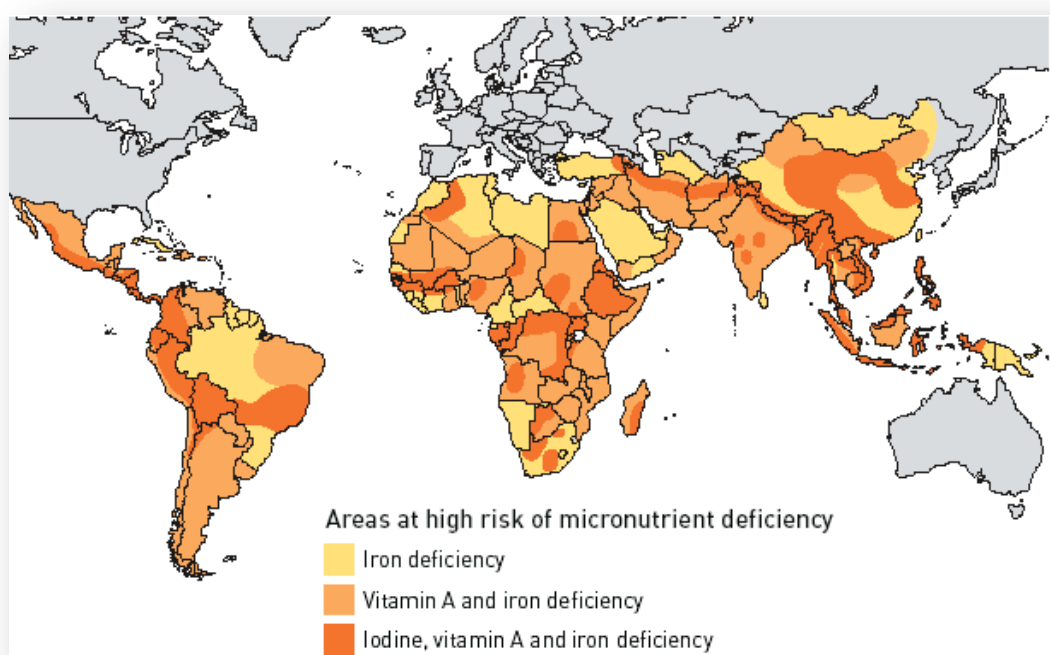


Fuente: de Onis et al. (2013) [47]

### 1.1.3.3 Deficiencia de micronutrientes

La malnutrición por déficit de micronutrientes y/o minerales es una de las formas de malnutrición más generalizadas, y constituye uno de los principales problemas nutricionales en el mundo [48] siendo un importante contribuyente a la morbilidad y mortalidad infantil [41]. Los micronutrientes de especial relevancia para la salud pública son los siguientes: zinc, yodo, hierro, selenio, cobre, vitaminas A, E, C, D, B2, B6, B12 y ácido fólico [49]. Se estima que más de 2 billones de personas en el mundo son deficientes en vitaminas esenciales y minerales, principalmente vitamina A, yodo y zinc [50].

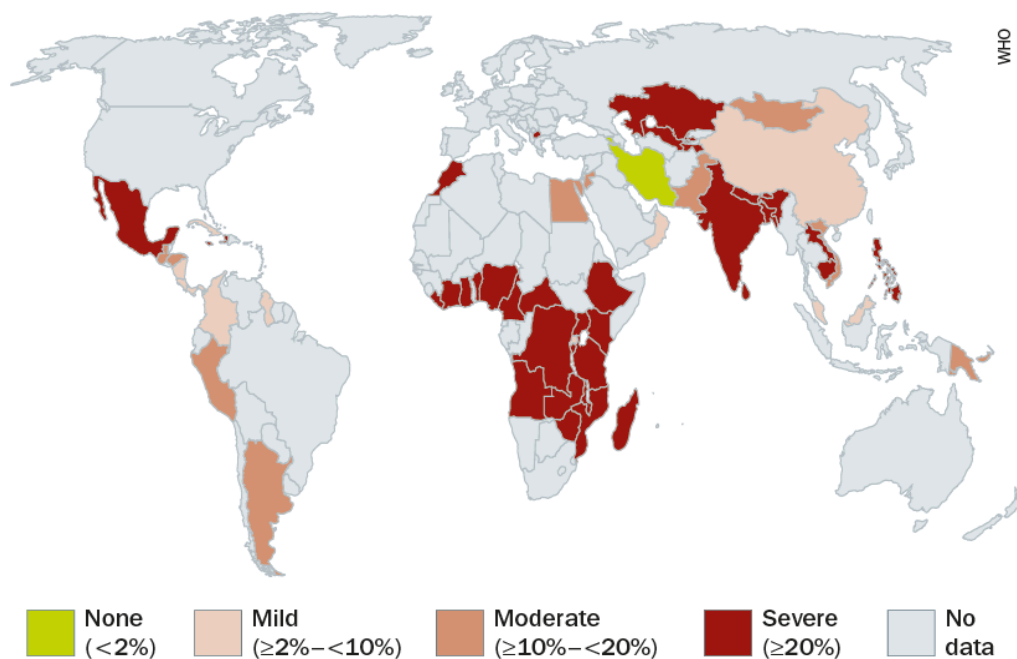
Figura 3. Zonas en alto riesgo de déficits de micronutrientes



Fuente: FAO (2002) [51]

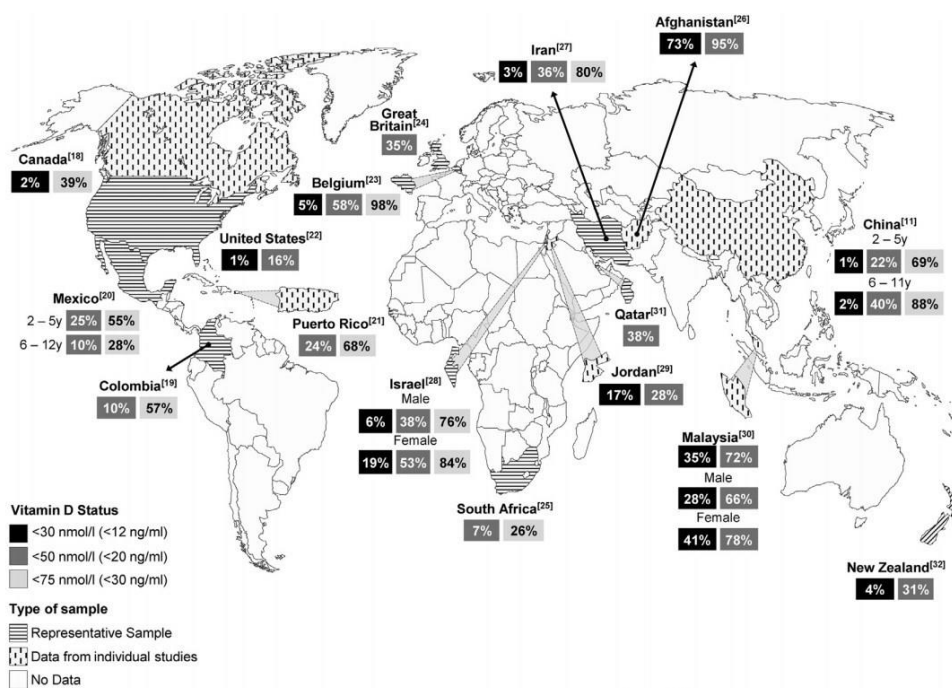
En África en particular, los déficit de micronutrientes afectan a millones de personas, especialmente a los grupos más vulnerables, que son los menores y las mujeres embarazadas [52]. En los mapas que figuran a continuación se refleja la prevalencia de alguno de estos déficits.

Figura 4. Distribución mundial de la prevalencia de déficit de vitamina A definida a partir de niveles séricos de retinol  $<0,70\text{nmol/l}$  en pre-escolares.



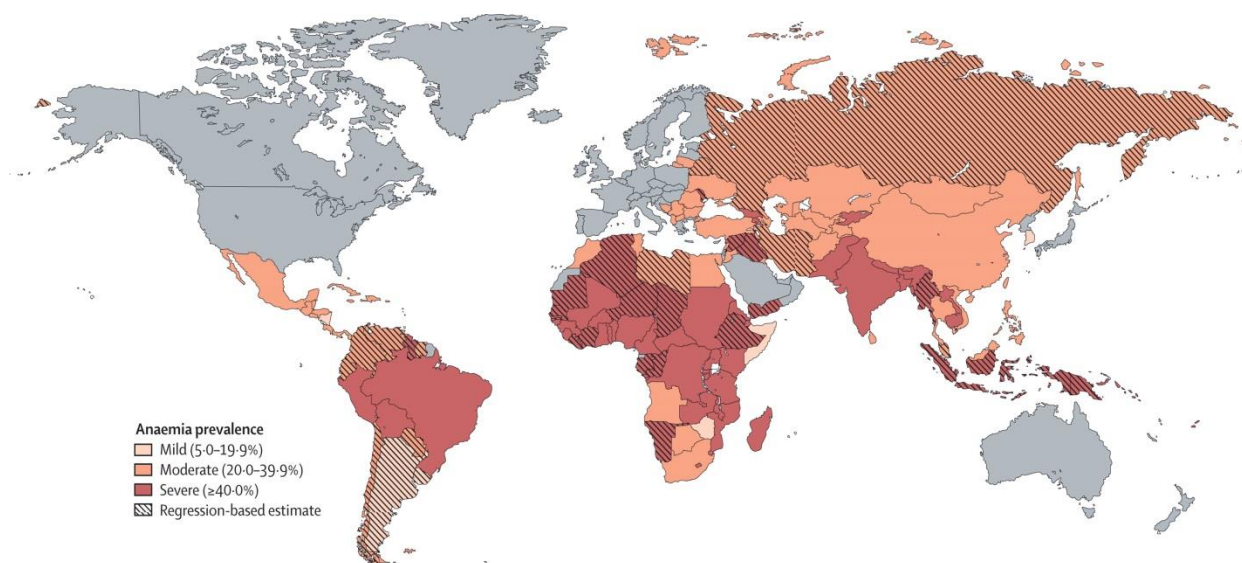
Fuente: WHO (2005) [53].

Figura 5. Prevalencia en niños y niñas de carencia de vitamina D



Fuente: Palacios C. et al (2014) [54].

Figura 6. Prevalencia de anemia en niños de edad pre-escolar



Fuente: Balarajan Y. et al (2012) [55]

#### 1.3.3.4 Desnutrición en población infantil en edad escolar

Mientras que la situación actual de la desnutrición infantil se conoce relativamente bien en los menores de cinco años, la situación en los niños y niñas más allá de este grupo de edad es menos conocida [2,52]. El éxito de los programas de supervivencia infantil en menores de 5 años y la expansión de la cobertura de la educación básica, como parte de los Objetivos del Milenio (ODM) de la OMS, se ha traducido en un mayor número de niños y niñas que llegan a edad escolar, y una mayor proporción de niños que, además, consiguen ir a la escuela primaria. Por otro lado, hay cada vez más pruebas de que el alto nivel de privación nutricional combinado con la pesada carga de la enfermedad que soporta este grupo de edad tiene consecuencias negativas en el desarrollo general del menor a largo plazo [56].

La nutrición y la salud de los menores en edad escolar entró en la agenda política global en la 27ª reunión del SCN en Washington DC (2000), donde se acordó promover más investigación y trabajo operativo en este

particular grupo de edad [57]. En abril de ese mismo año, un consorcio de varios organismos, entre ellos la ONU, UNESCO, OMS, UNICEF, el Banco Mundial y Educación Internacional, utilizaron el Foro sobre Educación en el Mundo celebrado en Dakar, Senegal, para aunar esfuerzos en el lanzamiento de una iniciativa que acordaron llamar “FRESH” (siglas en inglés para “Concentrar los Recursos en la Escuela Efectiva Salud, Nutrición y Salud”), cuyo principal objetivo era abogar por y reunir recursos destinados a la mejora de la salud y el estado nutricional de los escolares [56]. Esta iniciativa destacaba la importancia del hambre, la desnutrición y la mala la salud como principales barreras para alcanzar el segundo y tercero ODM sobre educación para todos e igualdad de género en el acceso a la educación. Aunque gracias a la iniciativa “FRESH” se llevaron a cabo proyectos de investigación en más de veinte países en desarrollo, los estudios a gran escala que se realizan en escolares siguen siendo escasos [57].

Gracias a estos estudios, sabemos que los principales problemas nutricionales a los que se enfrenta el niño o niña en edad escolar son retraso en el crecimiento, bajo peso, anemia y deficiencia de yodo y, según recientes encuestas, déficit de vitamina A [49,56]. Además, en los países que están experimentando la "transición nutricional", el sobrepeso y la obesidad están aumentando en este grupo de edad [19]. Por otra parte, los principales problemas de salud identificados en los países en desarrollo entre los menores en edad escolar son la malaria, las infecciones por helmintos, las enfermedades diarreicas, las infecciones respiratorias y los efectos directos e indirectos de VIH/SIDA. Gran parte de la carga de la enfermedad que estos menores soportan derivan de las pobres condiciones medioambientales en las que viven y de una falta de recursos esenciales para la salud humana [56].

Existe la creencia común de que la malnutrición crónica se inicia principalmente en la primera infancia (sobre todo en los tres primeros años de edad), y que se trata de un proceso acumulativo. Los niños en edad escolar con MC es probable que hayan estado expuestos a una escasez de alimentos ya durante la primera infancia, y que el grado de retraso en el crecimiento

aumente lo largo de los años en edad escolar [43]. Sin embargo, los niños en edad escolar pueden mostrar mejoras significativas si mejoran las condiciones ambientales y el acceso a alimentos. Este hecho sugiere que las intervenciones que se llevan a cabo en niños en edad escolar son un buen complemento a las estrategias iniciadas a edad preescolar para reducir los niveles de MC y sus efectos en la salud y la educación de los niños [56].

La malnutrición aguda no es tan común como el retraso en el crecimiento en los niños y niñas edad escolar. Sin embargo, las tasas de MA o delgadez pueden cambiar rápidamente en situaciones repentinas de crisis alimentarias. De hecho los menores en edad escolar son especialmente vulnerables a estas situaciones ya que, frecuentemente, se priorizan los grupos de preescolares en las intervenciones nutricionales llevadas a cabo en situaciones de emergencias [50].

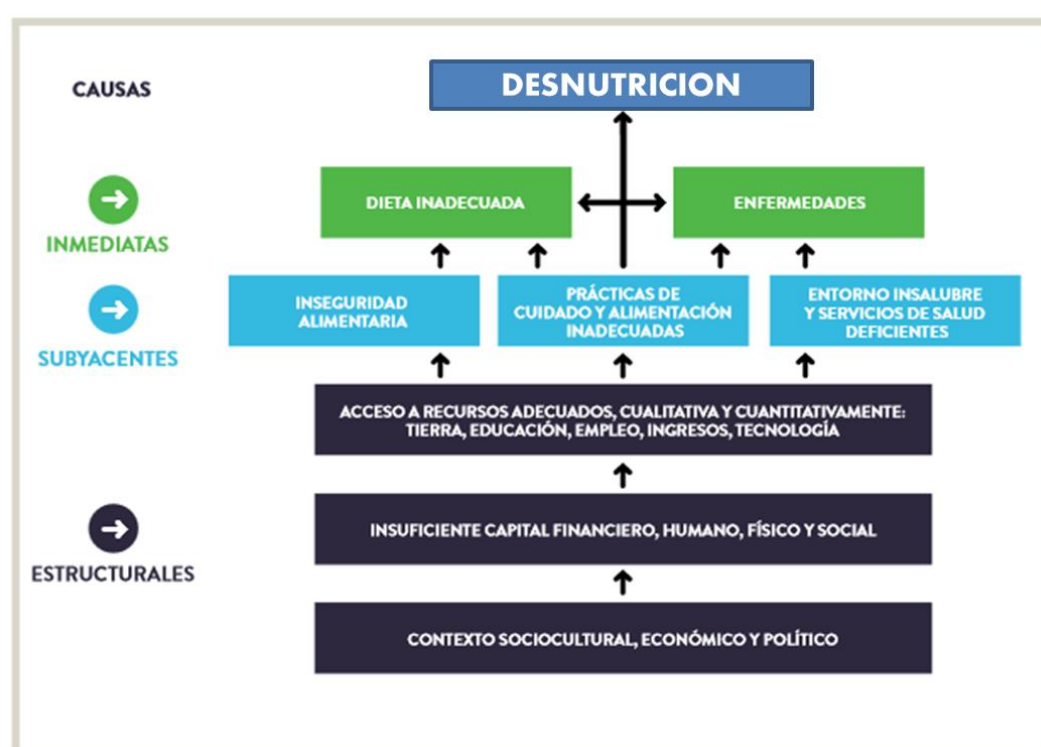
La anemia nutricional y los déficits de hierro, yodo y vitamina A son los principales déficits de micronutrientes en los niños en edad escolar en países en desarrollo. Se ha demostrado que tales deficiencias pueden repercutir negativamente en el crecimiento del niño, aumentar la susceptibilidad a la infección y también poner en peligro el desarrollo mental y la capacidad de aprendizaje de los niños en edad escolar [48,58]. Además, los déficits de micronutrientes a esta edad rara vez se producen de forma aislada, ya que suelen interactuar y tienden a agruparse [56]. Por ejemplo, el déficit de hierro y de vitamina A coexisten a menudo en las mismas poblaciones, y se ha observado que proporcionar suplementos de vitamina A puede mejorar tanto los niveles de vitamina A como el metabolismo del hierro en poblaciones deficientes [59]. Existen muy pocos datos en la literatura sobre la prevalencia de múltiples deficiencias de micronutrientes en los menores en edad. Si inferimos los datos existentes para niños en edad preescolar, podemos estimar que 13-27% de los niños en edad escolar tienen dos o más déficits (más de 100 millones a nivel mundial) [56].



### 1.1.4 Marco conceptual de la desnutrición

En este documento vamos a seguir el marco conceptual definido por UNICEF para la desnutrición infantil, que distingue tres grandes grupos de causas (figura 7): a) **Causas inmediatas**, las relacionadas con la ingesta inadecuada de alimentos y micronutrientes, y las enfermedades; b) **causas subyacentes**, relacionadas con la inseguridad alimentaria en el hogar, que tiene que ver con la poca disponibilidad de alimentos, la falta de acceso a ellos y su uso inadecuado, con cuidados del niño inapropiados y/ o con un ambiente insalubre a nivel de hogar; y c) **causas básicas o estructurales**, relacionadas con las estructuras políticas, económicas e ideológicas que regulan el acceso a los recursos, la educación y las oportunidades en la sociedad [45].

Figura 7. Marco conceptual de la desnutrición de UNICEF



Fuente: UNICEF (2011) [45]



El problema de la desnutrición, visto desde este enfoque multicausal, muestra la complejidad que subyace en los intentos de solucionarlo, y pone de manifiesto la necesidad de un enfoque integral de dimensión multisectorial para abordarlo. Además, esta complejidad se ha acrecentado en los últimos decenios a raíz de las crecientes disparidades urbano-rurales que existen en los países en desarrollo [60]. Las ciudades africanas han experimentado un enorme crecimiento de población durante las últimas décadas, y se espera que este crecimiento vaya a más en el futuro [61]. Por desgracia, este rápido ritmo de urbanización ha estado ocurriendo en medio de economías en declive, lo que lleva a la incapacidad de las autoridades locales y nacionales para proporcionar servicios sociales básicos y oportunidades de empleo a la creciente población urbana [62]. En consecuencia, la explosión demográfica urbana en los países en desarrollo en general, y en el África subsahariana en particular, se acompaña de aumento de la pobreza urbana y la malnutrición [60].

En este estudio se exploran las distintas causas de la desnutrición en la población a estudio de acuerdo a este marco causal de UNICEF, y se profundiza en una de las causas inmediatas identificadas: la inadecuada ingesta alimentaria o hábitos de dieta inapropiados.

## **1.2 Hábitos de dieta en países en desarrollo**

### **1.2.1 Conceptos básicos**

Los hábitos alimentarios de las poblaciones son la expresión de sus creencias y tradiciones, ligados al medio geográfico y a la disponibilidad alimentaria, e inciden indudablemente en el estado nutricional de la población al condicionar, más allá del simple hecho de si se tiene o no acceso a los alimentos, el tipo de alimentos que se ingieren, y la forma en que están preparados. El consumo de alimentos puede verse afectado por la

disponibilidad, la estabilidad del suministro, el acceso, y la utilización, que constituyen los cuatro pilares de la seguridad alimentaria [5]. Otros factores que pueden afectar el consumo de alimentos son: el estado fisiológico y de salud [15], y otros determinantes que influyen en la elección de los alimentos, y que pueden, a su vez, condicionar el estado nutricional de la población infantil como son las pautas de crianza, los cuidados y la alimentación del menor, el marco familiar, las preferencias alimentarias, los tabúes, la religión, el marco social, el nivel cultural, el marco educativo, los hábitos de higiene, el estado de salud, la educación nutricional, la publicidad, el acceso al mercado, la disponibilidad económica, etc. Todo ello, a su vez, determina si los individuos reciben o no la cantidad suficiente de nutrientes como para cubrir sus necesidades básicas [63], generando modelos de consumo alimentario diferentes según países o grandes regiones mundiales [65].

Los niños deben tener una dieta equilibrada para poder desarrollarse física e intelectualmente de manera adecuada. Una dieta equilibrada supone un equilibrio de nutrientes, glúcidos, lípidos, sales minerales, vitaminas, fibras y de agua. Gracias a ella, corren menos riesgos de malnutrición, sobrepeso e insuficiencias alimentarias. Además, la dieta debe ser variada, pues de esta forma será más fácil cubrir sus necesidades en nutrientes. Para que una dieta para niños y niñas sea considerada adecuada debe incluir, como mínimo, los siguientes nutrientes [64]:

- Proteínas de alto valor biológico: Estas contienen aminoácidos esenciales para la formación de células, tejidos, sistema nervioso, huesos. Estas proteínas se encuentran principalmente en las carnes y clara de huevo.
- Hidratos de carbono: Son muy importantes como fuente de energía. Estos hidratos de carbono se pueden encontrar en verduras, frutas, legumbres y cereales integrales, que además aportan vitaminas y minerales, necesarios para distintas reacciones químicas que intervienen en el desarrollo integral del niño.

- Grasas: Son esenciales para la formación de membranas y el establecimiento de las adecuadas conexiones neuronales. Dentro del grupo de las grasas, los ácidos grasos poliinsaturados (omega 3, omega 6, omega 9, etc.) y los ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico, linoleico, linolénico, etc.) son esenciales.
- Hierro: Este mineral es de suma importancia dentro de la alimentación infantil. Se puede encontrar en el grupo de las carnes y vegetales de hojas verdes (acelga, espinaca, brócoli, legumbres, etc.).
- Calcio: Este es otro de los minerales fundamentales para la formación ósea. Su aporte se consigue a partir del grupo de los lácteos.
- Zinc: Actúa como catalizador en el desarrollo del sistema inmunológico y en los procesos de desarrollo óseo y muscular de los niños. Se puede encontrar en carnes, pescado, leche, vegetales verdes, etc.
- Vitaminas del Complejo B: Se encuentran en los cereales integrales (avena, cebada, germen de trigo, salvado de trigo, maíz, legumbres, etc.)

El modelo de consumo alimentario en los países en desarrollo se caracteriza por una alimentación monótona donde el alimento base proporciona el 60-90% del aporte energético, con una pequeña cantidad de productos animales en la composición de la ración, con un aporte glucídico elevado (en forma de azúcares complejos, generalmente), un aporte proteico discreto (y esencialmente vegetal) y un aporte elevado de fibras [65]. Las consecuencias que este modelo tiene para la salud pública van en la línea de carencias en energía y proteínas o carencias específicas de minerales y/o vitaminas.

### 1.2.2 Valoración de la ingesta alimentaria

El estudio de la relación entre dieta y estado nutricional o estado de salud puede abordarse desde una perspectiva nutricional, en función de la composición química de la dieta, o desde una perspectiva alimentaria, en función del contenido de alimentos o de grupos de alimentos de la misma. De forma complementaria, se ha planteado el estudio de la dieta a través del análisis de patrones dietéticos que tienen en cuenta la ingesta de todos o de parte de los nutrientes de la dieta de forma integral [66].

El abordaje nutricional permite identificar la mayoría de los nutrientes esenciales y establecer hipótesis acerca de la relación etiológica entre la ingesta total de un nutriente y el riesgo de desarrollar la enfermedad o estado carencial, pero la recogida de datos y su posterior interpretación requieren una logística y la existencia de una información básica previa que en los estudios desarrollados en contextos como el que nos ocupa rara vez se cumplen. Por ejemplo, la recogida de la cantidad total de alimento ingerido es complicada en poblaciones (especialmente en zonas rurales de África) en las que el alimento se consume de un plato común [67]. El análisis por alimentos o grupos de alimentos es metodológicamente más sencillo que el nutricional pero tiene la limitación de que al analizar alimentos o grupos de alimentos por separado, no se tiene en cuenta las correlaciones entre ellos, que podrían ayudar a comprender mejor los mecanismos a través de los que la dieta puede afectar a la salud [66].

Por todo ello, el estudio de patrones dietéticos emerge como una herramienta alternativa y complementaria al análisis de la dieta. Su aproximación puede ser *a posteriori*, tratando de detectar patrones dietéticos subyacentes en la población bajo estudio mediante técnicas estadísticas, o *a priori*, partiendo de la evidencia científica disponible para calcular un índice que mida globalmente la calidad de la dieta.

Aunque a día de hoy no existen unas guías alimentarias internacionales de uso para todos los grupos poblacionales, sí que existe consenso en fomentar una dieta variada, pues se ha observado un perfil nutricional más saludable en individuos con una dieta más variada [68,69]. La variedad de la dieta puede medirse como el número de alimentos diferentes consumidos en una cantidad mínima determinada durante un periodo de tiempo prefijado, también llamado “variedad global de la dieta”, o como el número diferente de los grupos mayores de alimentos presenten en la dieta, lo que se denomina “diversidad de la dieta” [70]. Debido a las restricciones metodológicas previamente mencionadas, el indicador de variedad de dieta más utilizado en poblaciones de países en vías de desarrollo es el de diversidad de dieta. Este indicador ha sido ampliamente validado como indicador de la adecuación nutricional [71–73]. Diferentes estudios han mostrado como la calidad nutricional de la dieta mejora al incrementar el número de grupos de alimentos consumidos (y por tanto, el índice de diversidad de dieta) [74,75]. Además, se ha encontrado asociación entre la diversidad de dieta y el estado nutricional en más de once países, y una tendencia de incremento lineal en la altura con respecto a la edad de los niños estudiados al aumentar la diversidad de grupos de alimentos ingeridos [76,77]. La asociación entre la diversidad de dieta y el estado nutricional se ha visto que es, además, independiente de los factores socioeconómicos y que la diversidad de dieta refleja la calidad de la misma [76].

### **1.2.3 Situación global de calidad/variedad/diversidad de dieta**

Sabemos que tener unos hábitos alimentarios saludables es una cuestión prioritaria para mejorar la salud de la población a través de la reducción de las enfermedades transmisibles y no transmisibles. Sin embargo, hay bastante desconocimiento sobre los patrones mundiales de dieta y su evolución a lo largo del tiempo [78]. En una evaluación sistemática de los diferentes patrones de dieta existentes realizada en 187 países entre 1990 y 2010, se observó que la calidad de la dieta variaba según la edad, el sexo, la

riqueza del país, el tiempo y la región del mundo. En este estudio también se identificó un aumento modesto a nivel global en el consumo de alimentos saludables y ricos en nutrientes, sobre todo a expensas de países desarrollados, mientras que el incremento en el consumo de alimentos poco saludables fue mayor y se localizó, fundamentalmente, en países en desarrollo [79].

Los programas internacionales sobre alimentación se han centrado tradicionalmente en la seguridad alimentaria y la deficiencia de micronutrientes. A raíz del cambio que ha supuesto la transición nutricional en los hábitos alimentarios de muchos países en desarrollo, empieza a haber una mayor preocupación sobre la emergencia de dietas menos saludables a nivel mundial y sobre la necesidad de mejorar las políticas alimentarias transnacionales y las dietas de forma general [79]. Hace poco más de un año, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC en inglés) publicó un informe donde se examina la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales al cambio climático. Este informe pone de manifiesto el descenso radical en la diversidad de alimentos que viene acaeciendo en la última década, y la dificultad de recuperación del sistema alimentario mundial. En total, cincuenta tipos de cultivo proporcionan el 90% de las calorías que se consumen en el mundo. Los tipos de dietas convergen a un ritmo alarmante a lo largo de todo el planeta, abandonándose los alimentos locales más tradicionales. De esta manera, alimentos como el mijo, centeno, la yuca y el ñame están en declive, mientras que los cuatro grandes cultivos - trigo, maíz, soja, girasol - están tomando el control [80].

Por otra parte, el crecimiento demográfico y el aumento de los ingresos están provocando una tendencia actual hacia un consumo mayor per cápita de proteína animal en los países en desarrollo, según se expone en el informe *World Livestock 2011: Livestock in food security*. Mientras que los sistemas ganaderos tradicionales contribuyen a los medios de vida del 70 % de la población rural pobre del mundo, son las nuevas empresas en gran escala con tecnología avanzada y que comercian en el mercado internacional las que cada

vez en mayor medida satisfacen la demanda de carne, leche y huevos de unos mercados en rápido crecimiento [81]. La producción ganadera requiere actualmente un tercio de las tierras de cultivo en todo el mundo, que se dedican a la producción de piensos, y compite por la tierra, el agua, la energía y la fuerza de trabajo; por otra parte, se ve amenazada por los caprichos del tiempo —en razón del cambio climático— y por presiones socioeconómicas [82].

Finalmente, no hay que olvidar la importancia que tiene la estacionalidad en los países en desarrollo, tanto en la producción como en el consumo de alimentos. Cada año, la población en estos países se enfrenta a una escasez de alimentos de temporada durante el período comprendido entre el agotamiento de las reservas de cereales y la siguiente cosecha [83]. Estos periodos son especialmente difíciles en las zonas donde los hogares dependen de una cosecha anual tras una sola temporada de lluvias. Además de por el agotamiento de las reservas, estos períodos también se caracterizan por un intenso trabajo agrícola y el aumento de la morbilidad [84,85]. Estas importantes variaciones estacionales están vinculadas a una serie de problemas estructurales y económicos como el estancamiento agrícola, la falta de infraestructura y la existencia de mercados débiles y fluctuantes.

Las consecuencias de los cambios estacionales en el estado nutricional de los adultos están bien documentadas [83]. Varios estudios han demostrado que se produce una mayor pérdida de peso durante el período de escasez de alimentos, tanto en hombres como en mujeres [86,87]. Sabemos, además, que estos cambios estacionales llevan a las poblaciones a adaptar sus hábitos alimentarios, aunque existen pocos estudios que hayan abordado específicamente el efecto de la estacionalidad en la diversidad de la dieta total, especialmente en población infantil [83]. Esta falta de investigación resulta alarmante si tenemos en cuenta que una dieta no diversificada tiene importantes consecuencias en la salud, bienestar y desarrollo de los menores, aunque esta pérdida de diversidad se produzca o acentúe en unos meses

concretos, ya que cuanto menos diversa sea la dieta menos probable es que se cumplan los requisitos de micronutrientes [88].

### **1.3 Estado nutricional y hábitos de dieta en Etiopía**

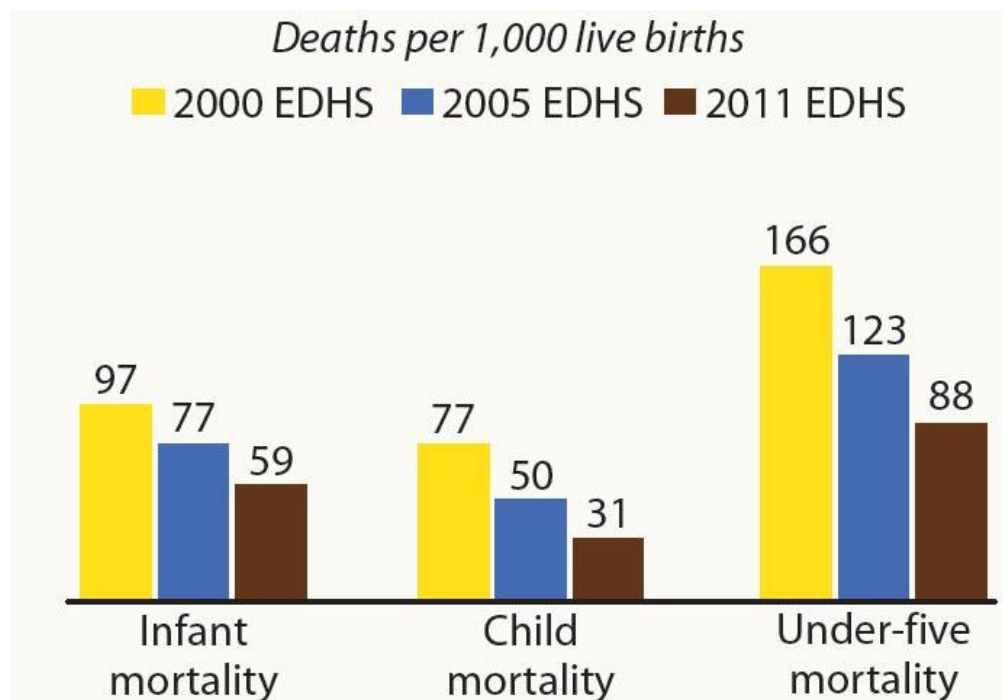
Etiopía continúa encabezando la lista de los países más pobres del mundo según el PNUD. Se estima que un 28% de la mortalidad infantil está asociada con la malnutrición, y que el 16 % de las repeticiones de curso en enseñanza primaria están asociadas a retrasos en el crecimiento [89]. No obstante, algunas mejoras han acaecido en las dos últimas décadas. Según el Informe de UNICEF del 2013 de "Mejora de la nutrición infantil", con la acción conjunta de programas gubernamentales y de los organismos y ONGs locales e internacionales, Etiopía ha logrado reducir la mortalidad de los menores de cinco años en la última década [25]. Entre el año 2000 y el 2011, la mortalidad en este grupo de edad disminuyó de 139 muertes por cada 1.000 nacidos vivos a 77 por 1.000, lo que se acerca al Objetivo 4 de los Objetivos de desarrollo del Milenio (ODM) de lograr una cifra del 66 por 1.000 antes del año 2015 [90].

Respecto a la malnutrición infantil, según datos del Instituto Etíope de investigación en Salud y Nutrición, entre 2 y 3 de cada 5 niños etíopes padecen algún tipo de desnutrición [89]. Los resultados de la Encuesta Demográfica Nacional de Salud (EDNS) para 2011 son los siguientes: las prevalencias de desnutrición aguda y crónica en niños y niñas menores de 5 años fueron de 10 % y 44 %, respectivamente [7]. Estos resultados han supuesto también cierta mejora si comparamos los resultados de la EDNS con encuestas realizadas con anterioridad (figura 8). Además, hay que tener presente que los resultados de esta encuesta pueden enmascarar importantes diferencias regionales. De acuerdo con los resultados de la encuesta de Seguimiento de Bienestar (*Welfare Monitoring Survey* en inglés) de 2004, la



tasa de desnutrición crónica en las zonas urbanas de Etiopía se redujo de 58 % en 1996 a 30% en 2004, y de 67 a 48% en las zonas rurales. La reducción fue, por tanto, mayor en zona urbana [92].

Figura 8. Tendencias en el la mortalidad infantil por cada 1.000 nacidos vivos en Etiopía.



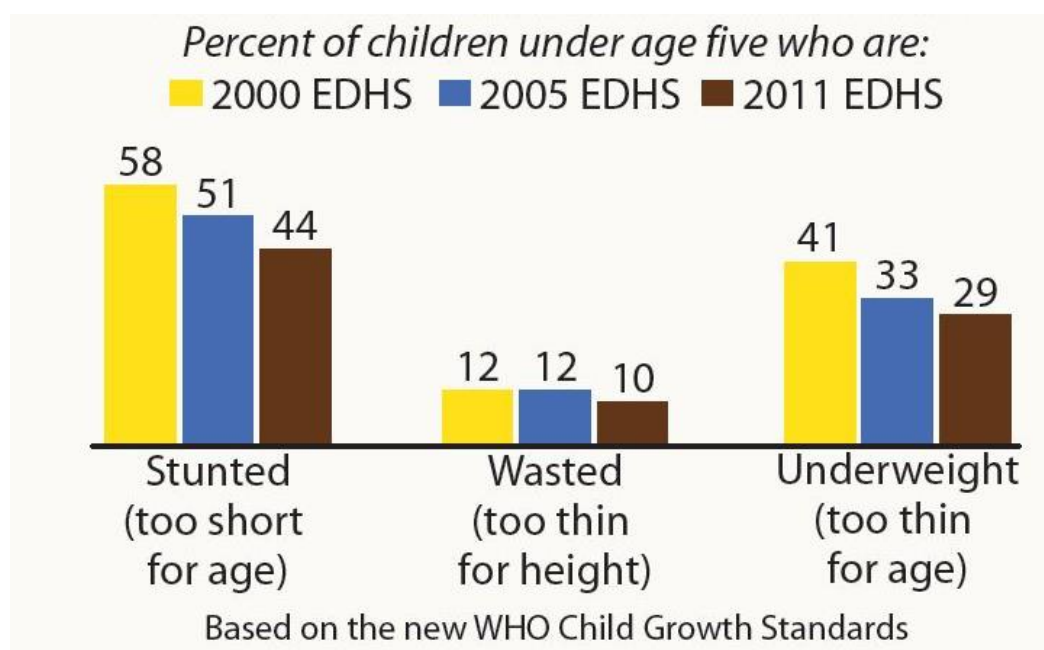
Fuente: Nutrition: A Critical Element for People, Food and Nature (2012) [91].

La región de Amhara tiene una densidad de población moderada, suelos fértiles y buenas precipitaciones. Por esta razón, es una de las regiones más autosuficientes de alimentos en Etiopía, lo que a priori nos haría pensar que las cifras de MC son menores que en el resto del país [10]. Sin embargo, y a pesar de este buen perfil regional, esta región tiene una de las tasas de prevalencia de desnutrición infantil más altas del país [93]. De acuerdo con la EDNS (2011), el 52% y el 10% de niños y niñas con menos de 5 años tenían malnutrición crónica y malnutrición aguda, respectivamente [7].

Las deficiencias en vitaminas y minerales también constituyen un serio problema de salud pública para los menores etíopes [52]. El déficit de vitamina A es un problema de salud pública grave en Etiopía que afecta a

alrededor del 61% de los niños de 6-59 meses de edad en las 11 regiones del país [7]. La situación es probablemente peor en las zonas rurales y en aquellas zonas más inaccesibles del país, donde las campañas de suplementación rara vez llegan. Una deficiencia de vitamina A no tratada puede conducir a la ceguera infantil, y es probable que este tipo de déficit contribuya además a la alta tasa de mortalidad en menores de cinco años existente en Etiopía [25]. La anemia es también un problema de salud pública extendido por todo el país, de manera que más de la mitad (54%) de los niños de 6-9 meses y el 27% de las mujeres etíopes tienen anemia (debido principalmente a déficit de hierro) [7]. Otros déficits de micronutrientes, aunque se sospecha que presenten tasas medias y elevadas en el país, han sido menos estudiados hasta la fecha [94].

Figura 9. Tendencias en el estado nutricional de los niños y niñas menores de 5 años en Etiopía.



Fuente: Nutrition: A Critical Element for People, Food and Nature (2012) [91].

Entre las causas estructurales de la desnutrición en Etiopía, destacan las disfunciones del mercado agrícola, el crecimiento acelerado de la población, una infraestructura deficiente, el declive de la producción de granos per cápita y otros problemas institucionales y de organización [95]. No

obstante, algunas de estas causas se están viendo mitigadas a expensas de ciertas mejoras estructurales, tales como una mayor inversión por parte del gobierno local en el gasto social, y subyacentes, como el incremento en el acceso a agua potable y en las coberturas sanitarias [96].

Etiopía depende principalmente del sector agrícola; alrededor del 75 % de la población se dedica a la agricultura, sobre todo a la producción de subsistencia y a la agricultura de secano y la ganadería [97]. La disponibilidad de alimentos, el suministro y el acceso se ven fuertemente afectados por la estacionalidad; muchos hogares sólo son capaces de producir suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades alimentarias durante menos de seis meses del año [97]. Por otra parte, incluso en las principales regiones productoras de alimentos, se han notificado altas tasas de prevalencia de malnutrición crónica, lo que indica que, mientras que la seguridad alimentaria es necesaria, no es el único factor determinante para garantizar la seguridad nutricional [7,10].

Los hábitos de dieta y los patrones de consumo de alimentos en Etiopía son diversos y cambian mucho de acuerdo con las diferencias en la agroecología, los niveles socioeconómicos y las prestaciones comunitarias que existan en cada zona [98]. El alimento básico en la dieta etíope es la enjera, un pan plano de masa madre de unos 50 cm de diámetro hecho a base de harina fermentada de cereales. El cereal de uso prioritario es el *teff*, un cereal autóctono con alto contenido en hierro. Encima de la enjera se sirven los platos de verdura, carne y/o pescado cocinados mayoritariamente en forma de estofados (*wot*) o salsas espesas (*shiro*). Los etíopes comen directamente con las manos, usando trozos de enjera para coger porciones de los guisos que se sirven en el centro.

Respecto a la diversidad de dieta en Etiopía, según un estudio realizado en Ghana, Etiopía, Bangladesh y Afganistán, Etiopía resultó ser el país con el IDD más bajo (de 2,8) de los cuatro estudiados [99], sobre todo por el bajo consumo de productos de origen animal. Entre la carne consumida, no se

consume el cerdo, al ser carne prohibida por la religión ortodoxa etíope, la musulmana y la judía, las tres religiones mayoritarias del país. La Iglesia Ortodoxa Etíope, además, prescribe ciertos períodos de ayuno que incluyen todos los miércoles y viernes así como varios periodos largos repartidos a lo largo del año: la cuaresma los 40 días de adviento (antes de Navidad) y el Kweskwam, 40 días de ayuno previos a la huida a Egipto y otros. En total son alrededor de 250 días de los cuales 180 son de obligado cumplimiento para todos y el resto sólo para el personal eclesiástico [100]. Durante los períodos de ayuno sólo se puede realizar una comida al día a partir de la 3 pm y no está permitido el consumo de alimentos de origen animal (carne, leche, mantequilla, etc.). Los niños menores de 7 años están exentos de seguir el ayuno, aunque el ayuno de los adultos puede repercutir en que, de forma indirecta, los niños también practiquen el ayuno en los días señalados por no poder ser cocinados por los adultos [8].

Por último, destacar las desigualdades en los hábitos alimentarios entre las zonas urbanas y rurales, bien sea porque la población que reside en las zonas rurales tienen menor nivel de ingresos [101], o porque, además, se enfrentan a algunos retos adicionales, tales como el aislamiento social, la sequía y el acceso limitado al transporte, mercados, instalaciones y servicios de salud [9].

## **1.4 Justificación**

Hasta la fecha, la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo en países en desarrollo se han centrado en la desnutrición en los niños menores de 5 años de edad, mientras que los niños en edad escolar se omiten muy a menudo en las encuestas de salud. Entre los escasos datos que existen sobre niños en edad escolar, destacan las cifras dadas por el Banco Mundial de Alimentos (BMA), según las cuales 66 millones de niños en edad escolar asisten a clases con hambre en todo el mundo en desarrollo, 23 millones en

África. Lo que sí está bien documentado son las consecuencias de estos trastornos. Sabemos que sufrir de malnutrición durante los años de la escuela puede inhibir el desarrollo físico y mental del niño. La MC además se asocia con consecuencias a largo plazo, como la alteración de los logros intelectuales y el rendimiento escolar, y también conduce a la reducción en el tamaño corporal adulto y, posteriormente, a una capacidad de trabajo reducida y complicaciones obstétricas. Por su parte, la MA en los niños en edad escolar puede resultar en retraso en la maduración, deficiencias en la fuerza muscular y la capacidad de trabajo y en la reducción de la densidad ósea incluso años después de haber sufrido este tipo de desnutrición.

Los datos sobre micronutrientes son aún más escasos en la literatura. La mayoría de estudios realizados se centran en algún tipo concreto de déficit, y suelen valorar el impacto de una intervención más que establecer una línea base para futuras acciones integradas. Además, a pesar de que este tipo de intervenciones concretas se han extendido ampliamente por África, hoy en día se pone cada vez más en tela de juicio el éxito de tales iniciativas parciales y puntuales en el tiempo, y se aboga por estrategias que sean más globales, que partan de la evidencia y que incluyan aspectos de diversificación de la dieta. De ahí la importancia de investigar, no sólo el estado nutricional de los menores, sino también sus hábitos alimentarios. Sólo de esta manera seremos capaces de proponer acciones concretas que garanticen una diversidad suficiente de alimentos en las cantidades adecuadas, en función de las características de cada lugar, y que garanticen que se cubren los requerimientos de energía y nutrientes básicos para mantener un buen estado nutritivo, de salud y bienestar.

Por último, las importantes diferencias regionales que existen en Etiopía, y en concreto las desigualdades entre el ámbito rural y urbano, que crecen a la par que se desarrolla el país, constituyen otro de los aspectos de investigación nutricional que actualmente requieren mayor atención por parte de la comunidad científica. Por todo ello, con la presente investigación nos proponemos alcanzar los objetivos que se describen a continuación.

## **2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

## **2.1 Objetivo general**

Valorar el estado nutricional y las prácticas alimentarias de los menores en edad escolar que viven en Libo Kemkem y Fogera, región de Amhara, Etiopía, y sus factores asociados.

## **2.2 Objetivos específicos**

- 2.2.1** Determinar la prevalencia de desnutrición crónica y de desnutrición aguda en menores en edad escolar.
- 2.2.2** Identificar los factores asociados con la desnutrición crónica y aguda en ámbito rural y urbano.
- 2.2.3** Estimar la prevalencia de déficit de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar.
- 2.2.4** Identificar los factores asociados con los déficits de micronutrientes y la anemia.
- 2.2.5** Valorar los hábitos y la diversidad de dieta en menores en edad escolar.
- 2.2.6** Identificar los factores asociados con baja diversidad de dieta en zonas rurales y urbanas.
- 2.2.7** Evaluar el bajo consumo de alimentos de origen animal en ámbito rural y urbano, así como posibles factores asociados.

## **2.3 Hipótesis de estudio**

- La prevalencia de malnutrición es superior al 25 % en población infantil en edad escolar de Libo Kemkem y Fogera (región de Amhara, Etiopia).
- El estado de salud y otros factores individuales y las características socio-demográficas del cabeza de familia y del hogar influyen en el padecimiento de una desnutrición aguda y/o crónica.
- Los factores asociados a desnutrición son diferentes en entorno rural y urbano.
- Existen importantes tasas de déficit de micronutrientes y de anemia entre la población de estudio.
- La prevalencia de déficits de micronutrientes y anemia varía en zonas rurales y zonas urbanas.
- Las características individuales y los hábitos de dieta se asocian a la presencia de déficits de micronutrientes
- Existen importantes diferencias en los hábitos de dieta de los menores en edad escolar según vivan en zonas urbanas o en zonas rurales.
- La diversidad de la dieta de los menores etíopes que viven en la zona de estudio es baja y está determinada por factores individuales, socio-demográficos y socio-económicos.
- El consumo de alimentos de origen animal viene determinado por factores individuales, socio-demográficos y socio-económicos del hogar.
- En zonas rurales hay un importante componente de estacionalidad que influye en el consumo de alimentos y en la diversidad de dieta.



### **3 METODOLOGÍA**

### 3.1 Área de estudio

La República Democrática Federal de Etiopía es un país africano situado en el cuerno de África, sin salida al mar y muy montañoso. Su extensión supera el millón de kilómetros cuadrados y su población es mayor de 80 millones de habitantes convirtiéndose así en el segundo país más poblado del África subsahariana. Posee una población muy joven y a nivel mundial es uno de los países menos urbanizados [102].

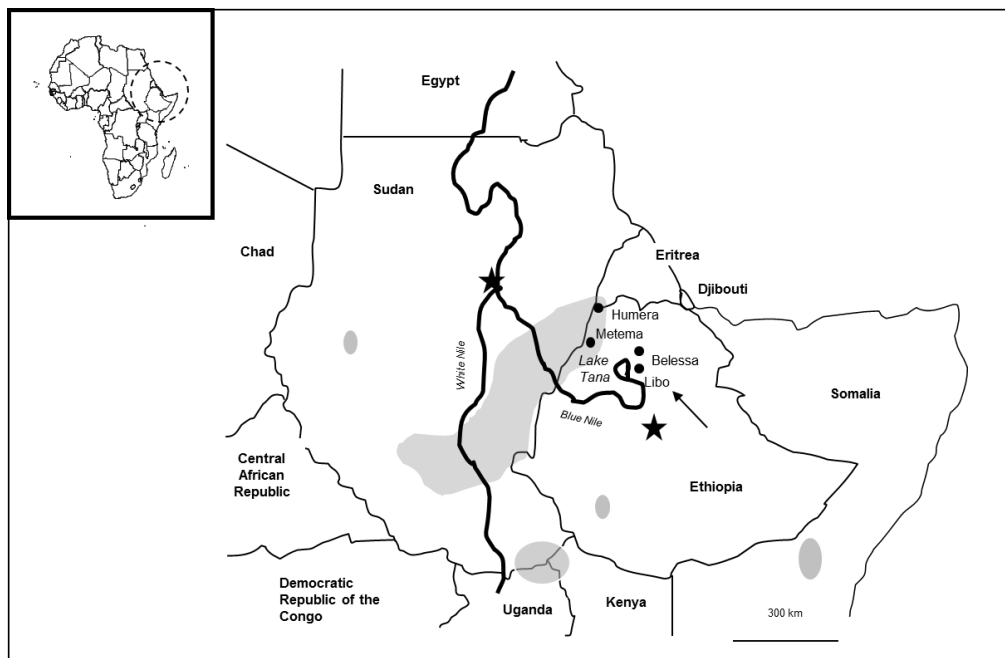
La región de Amhara (en amhárico: አማራ *ämara*) es una de las nueve divisiones étnicas (o *Kililoch*), de Etiopía. Está poblada mayoritariamente por la etnia amhara y su capital es Bahir Dar. Según la Agencia Central de Estadísticas de Etiopía, en 2007 Amhara tenía una población estimada total de 19.120.005 habitantes, consistente de 9.555.001 hombres y 9.565.004 mujeres. 16.925.000 de ellos, u 88,5% de la población, es rural, según sus estimaciones, mientras 2.195.000 u 11,5%, es urbana. Con un área estimada de 159.173,66 kilómetros cuadrados, esta región tiene una densidad aproximada de 120,12 h/km<sup>2</sup> [103].

Este estudio se realizó entre mayo y diciembre de 2009 en los distritos (*woredas*) de Libo Kemkem y Fogera, localizados en la zona agrícola de Tana Zuria (dentro de la región de Amhara, Etiopía). Esta zona es una de las dos o tres zonas más autosuficientes en alimentos de subsistencia en Amhara. Presenta suelos arcillosos apropiados para las actividades agrícolas y nivel adecuado de agua de lluvia para producir buenas cosechas [10].

La población censada en Libo Kemkem en el año 2009 fue de 198.374 personas (100.951 hombres y 110.902 mujeres) y en Fogera 226.595 (115.693 hombres y 110.902 mujeres). Libo Kemkem y Fogera se encuentran en el noroeste de Etiopía a una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar. Las temperaturas son relativamente altas, pero las lluvias son inusualmente abundantes a 1173 mm por año como la media a largo plazo. Hay dos

estaciones climáticas muy diferenciadas, la estación de lluvia (de julio a octubre) y la seca (de noviembre a febrero).

Figura 10. Localización del área de estudio: mapa de Etiopía.



Fuente: Adaptada de Alvar et al. [104]

El maíz, la cebada y el mijo son los principales cultivos para consumo propio, mientras que el arroz, la arveja y garbanzo son los principales cultivos comerciales. Las actividades agrícolas dependen de una sola temporada de lluvias (de junio a septiembre). La preparación de la tierra comienza en febrero y continúa hasta mayo, cuando los cereales de ciclo largo (el maíz, arroz y mijo) se siembran. Una segunda fase de preparación de la tierra para el cultivo de garbanzo y veza (cereales de ciclo corto) se produce durante la temporada de lluvias en agosto. La cosecha se inicia en octubre con el maíz y el mijo. La cosecha de arroz comienza en noviembre, con una duración hasta diciembre. Garbanzos y veza se cosechan en enero. Los principales peligros para la producción de cultivos son las plagas y las inundaciones ocasionales en algunos *woredas* [105].

Figura 11. Cultivo de arroz y cereales en la zona de estudio



Fuente: elaboración propia.

Las explotaciones ganaderas de ovino y vacuno son modestas, pero las ventas de ganado y mantequilla y otros productos de origen animal suponen un extra sustancial a las ventas de los cultivos dominantes. Los bovinos son activos de alto valor. La temporada de la producción ganadera comienza con los nacimientos de bovinos en junio, ya que las lluvias rejuvenecen los pastos. El periodo de lactancia principal tiene una duración de 5 meses, de julio a noviembre. La temporada alta de comercio se produce durante las fiestas religiosas en abril, septiembre, enero, octubre y noviembre, cuando las actividades de arado se completan [10].

La pesca en el lago Tana utilizando redes y anzuelos es una fuente de ingresos extra para aquellos que viven cerca del lago siendo febrero y marzo los meses de mayor actividad pesquera [10]

El acceso al mercado es relativamente bueno, en gran parte debido a la buena red de carreteras. Los principales cultivos que se venden en el

mercado son el arroz, el maíz y arveja. En general, el pico de actividades comerciales ocurre durante la temporada posterior a la cosecha a partir de octubre y noviembre, en un año relativamente bueno para los estándares locales. La temporada de escasez de alimentos, en la mayoría de los casos, es justo antes de la cosecha, cuando los almacenes de grano del año anterior están casi terminado y los precios de mercado son altos [10]. En la zona de estudio no hay ningún hospital, siendo el centro de referencia el centro de salud de Addis Zemen.

Figura 12. Centro de salud en Addis Zemen



Fuente: elaboración propia.

## 3.2 Diseño del estudio

Este estudio se llevó a cabo como parte del proyecto “Visceral Leishmaniasis and Malnutrition in Amhara State, Ethiopia”. Los objetivos específicos de dicho proyecto eran:

- Describir las características sociodemográficas, antropométricas, clínicas, parasitológicas y de dieta de la población entre 4 y 15 años de los poblados con alta incidencia de Leishmania de los distritos de Libo Kem Kem y Fogera.
- Valorar la prevalencia de malnutrición en esta misma población y determinar sus factores asociados (socioeconómicos y de dieta).
- Valorar la prevalencia de Leishmania y sus factores asociados.
- Determinar la relación entre Leishmaniasis visceral y estado nutricional o factores relacionados.

Para abordar los tres primeros objetivos se realizó un estudio descriptivo transversal en mayo de 2009. Se recogieron datos sociodemográficos, clínicos, antropométricos y de dieta. Para abordar el cuarto objetivo, se llevó a cabo un estudio longitudinal prospectivo. Se establecieron dos cohortes, una de niños malnutridos y otra de niños no malnutridos seleccionados aleatoriamente de los poblados con alta incidencia (más de 8 casos registrados) de Leishmania de la muestra transversal y se tomaron datos clínicos, antropométricos y de dieta en diciembre 2009.

### **Cálculo de la muestra y estrategia muestral**

El tamaño de la muestra se calculó de acuerdo a estimaciones anteriores de malnutrición en niños y niñas menores de 5 años en la zona, y teniendo en cuenta un efecto de diseño de 2, siguiendo la fórmula:

$$n = z^2_{1-\alpha/2} P (1-P) / d^2$$

#### **Donde**

**n**= tamaño de la muestra

**$Z_{1-\alpha/2}$**  =  $(1-\alpha/2)$ ;  $\alpha$  (error tipo 1) para IC 95%. Dado un valor  $\alpha=0,05$ , entonces  **$Z_{1-\alpha/2}=1,96$**

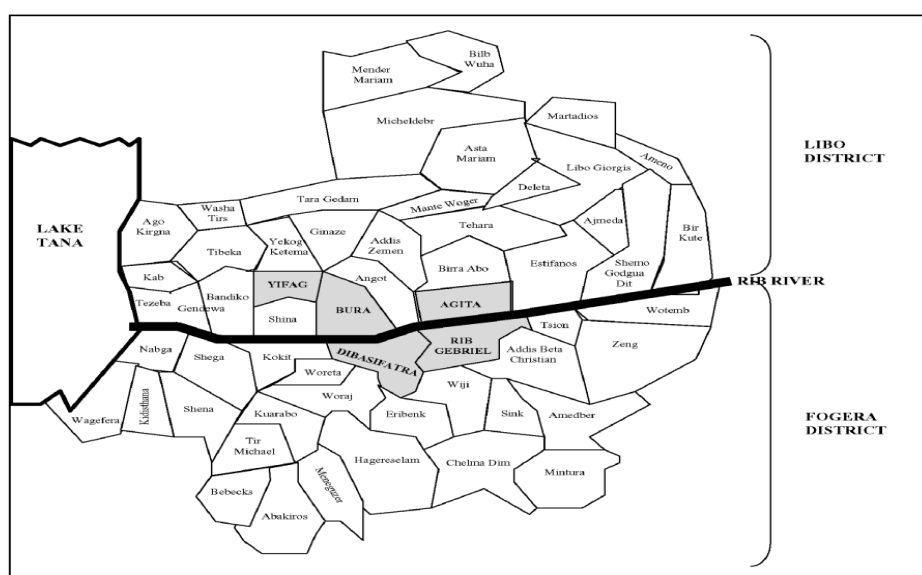
**P** = Prevalencia de malnutrición. 20% ( $P=0,2$ )

**D** = Error total de 4 % (**d** = 0,04)

El tamaño de muestra calculado fue de 384, que se multiplicó por un efecto de diseño de 2 ( $n_2=768$ ) y se ajustó según un 4% de no respuesta ( $n_f=800$ ). Finalmente, se incluyeron en el estudio 889 niños y niñas de 4 a 15 años.

Se realizó un muestreo por conglomerados polietápico y proporcional al tamaño poblacional. Las unidades poblacionales de la primera etapa fueron seleccionadas aleatoriamente entre los sub-districtos (*kebeles*) de Libo Kemkem y de Fogera con alta incidencia de Leishmaniasis Visceral según el registro de 2008 del Centro de Tratamiento para leishmaniasis visceral de Addis Zemen: un sub-distrito urbano (Addis Zemen) y el resto rural: Bura, Yifag Akababi y Agita en Libo Kemkem y Sifatra y Rib Gebriel en Fogera. Las unidades poblacionales de la segunda etapa fueron los poblados (*gotts*) de cada uno de estos sub-districtos. Y las unidades poblacionales en la tercera etapa fueron hogares seleccionados aleatoriamente de un censo actualizado de hogares de cada uno de los poblados elegidos. Todos los niños que tenían una edad comprendida entre 4 y 15 años y que vivían en el hogar seleccionado en el momento de la encuesta fueron incluidos en el estudio (siempre que no tuvieran sintomatología de Leishmaniasis Visceral).

Figura 13. Localización del área de estudio: sub-districtos donde se realizó el estudio (en gris)

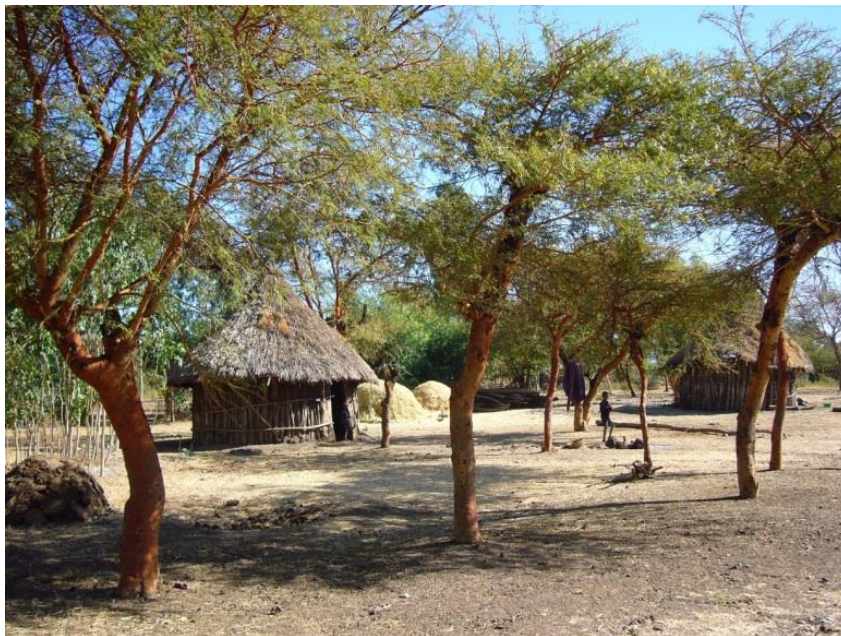


Fuente: Adaptada de Alvar et al. [104].



En una segunda fase, 514 niños en edad escolar que vivían en poblados rurales con alta incidencia (más de 8 casos registrados) de *Leishmania* fueron aleatoriamente seleccionados e incluidos en dos cohortes (malnutridos vs. no malnutridos) para su seguimiento en diciembre de 2009.

Figura 14: Pueblo en zona rural encuestado



Fuente: elaboración propia.

### **3.3 Recogida de información**

La recogida de información fue llevada a cabo por profesionales sanitarios de la zona previamente entrenados para tal fin a través de tres cuestionarios (individual, del hogar y comunitario). Además, se tomaron muestras biológicas para su posterior análisis, tal como se describe más adelante.

#### **Datos antropométricos**

Todos los niños fueron medidos y pesados de acuerdo a los protocolos de la OMS [106] y la edad se calculó en función de la fecha de nacimiento reportada, salvo en los casos en los que la fecha de nacimiento se desconocía



en los que se registró la edad en meses dada por el cuidador en el momento de la encuesta.

Figura 15. Medición de datos antropométricos



Fuente: elaboración propia.

### **Encuesta de salud**

La encuesta constaba de tres cuestionarios (individual, del hogar y comunitario) previamente pilotados en la zona, todos traducidos al amárico, la lengua local, y administrado por personal capacitado (enfermeras y funcionarios de salud).

El cuestionario sobre la comunidad estaba dirigido al líder de la comunidad, y recopilaba información relacionada con bienes comunitarios, tales como la distancia al mercado o puesto de salud más cercano. El

cuestionario del hogar se administraba al cuidador/a principal de los menores del estudio, e inquiría sobre características sociodemográficas del cabeza de familia y de la persona a cargo de la preparación de alimentos, así como sobre bienes, recursos y fuentes de ingreso con los que contaba la vivienda. Por último, el cuestionario individual, también administrado al cuidador, recogía información sobre las características socio-demográficas, hábitos y comportamiento relacionados con la salud del menor.

Figura 16. Realización de la encuesta



Fuente: elaboración propia.

### **Valoración de la ingesta de alimentos: Recordatorio de 24 horas**

En el cuestionario individual se incluía un recuerdo de 24 horas para valorar la ingesta alimentaria de los menores. En este método, al encuestado (o cuidador) se le insta a recordar y referir todos los alimentos y bebidas que consumió el niño durante el día y la noche anterior, desde el momento en que se levantó hasta que se fue a dormir. Se computa el momento del día en el que se consumió, el nombre genérico de la comida y todos los ingredientes que la componen. Posteriormente se trata esa información y se crean variables independientes para cada uno de los ingredientes consumidos.

Con el objeto de crear el índice de diversidad dietética, los ingredientes se categorizaron por grupos de alimentos, siguiendo la clasificación propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [77]:

Grupo 1. Cereales, raíces y tubérculos

Grupo 2. Legumbres

Grupo 3. Frutas y verduras ricas en vitamina A

Grupo 4. Otros vegetales

Grupo 5. Otras frutas

Grupo 6. Carne/ave/pescado

Grupo 7. Grasas y aceites

Grupo 8. Lácteos

Grupo 9. Huevos

### **Toma de muestras**

Se extrajeron alrededor de 7 mililitros de sangre por punción venosa en un tubo de suero y 1 ml en un tubo que contenía Na<sub>2</sub>-EDTA (Sigma, St. Louis, MO). Las muestras se transportaron en el mismo día al Laboratorio Regional de Salud de Bahir Dar en neveras portátiles a una temperatura de 4-8° C, donde se realizó el hemograma y la extracción del suero en un plazo máximo de 24 horas. De forma inmediata se guardaron las muestras de suero protegidas de la luz y a -20° C y se enviaron en estas condiciones mediante el uso de hielo seco al Laboratorio Clínico del Hospital Universitario La Paz de Madrid donde se realizaron las determinaciones de micronutrientes.

Figura 17. Toma de muestras en el terreno



Fuente: elaboración propia.

Una vez en Madrid, las muestras se almacenaron a  $-20^{\circ}\text{C}$ , protegidos de la luz, hasta que se realizó el análisis de micronutrientes. El contenido del tubo de EDTA se utilizó para el recuento de células sanguíneas completo (hemograma). Las determinaciones de micronutrientes se llevaron a cabo de acuerdo a la disponibilidad de volumen de suero, según una lista de prioridades predefinida. Se utilizaron las siguientes técnicas:

- Zinc y cobre se determinaron por espectroscopia de absorción atómica. El equipo fue Perkin Elmer, el método propio.
- Ferritina, folato y vitamina B12 por inmunoensayo electroquimioluminiscente (Elecsys de Roche).
- Vitamina D por inmunoensayo quimioluminiscente (Liasson de Diasorin/Palex).
- Vitaminas A, E y C por cromatografía (HPLC).

- Prealbúmina y RBP por nefelometría (BNII de Siemens), colesterol método espectrofotométrico enzimático CHOD-PAP en AU 5400 de Olympus/Izasa.

Las características de rendimiento de los parámetros bioquímicos medidos vienen definidos en la tabla 3.

Tabla 3: Características de rendimiento de los parámetros bioquímicos.

Parametro	Unidad	Nivel	Coefficiente de Variación (%)	Control de calidad externo
<b>Vit A</b>	µg/dL	0,19	10,4	No
		0,8	10,1	
<b>Vit C</b>	µmol/L	12,3	12,5	No
		25,6	9,6	
<b>Cobre</b>	µg/dL	64	3,7	SEQC*/SFBC**
		94	3,6	
<b>Zinc</b>	µg/dL	118	8,1	SEQC/SFBC
		208	8,2	
<b>Ferritina</b>	µg/L	22	5,7	SEQC
		130	4,1	
<b>Folato</b>	µg/dL	3,21	7,7	SEQC
		6,71	10,7	
<b>Vit B12</b>	pg/mL	213	9,4	SEQC
		454	6,9	
<b>Vit D</b>	ng/mL	42	10,3	UK-NEQAS***
		99	6,6	

\*SEQC: Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular

\*\*SFBC: Société Française de Biologie Clinique

\*\*\*UK-NEQAS: United Kingdom National External Quality Assessment Service

### 3.4 Manejo de datos y variables principales

A continuación se detallan las transformaciones y cálculos más importantes que se llevaron a cabo para cada alcanzar los objetivos del presente estudio.

### **3.4.1 Puntuaciones z y clasificación de la malnutrición crónica y la malnutrición aguda**

Se calcularon las puntuaciones z para la talla para la edad, y el Índice de Masa Corporal (IMC) para la edad utilizando la población de referencia de los Nuevos Estándares de Crecimiento de la OMS para niños < 5 años [106] y la referencia de OMS de 2007 para los niños  $\geq 5$  años [23].

Las definiciones utilizadas en el presente trabajo son:

Desnutrición crónica: Puntuación  $z < -2$  DE para talla para la edad comparado con las poblaciones de referencia previamente descritas.

Desnutrición aguda: Puntuación  $z < -2$  DE para IMC para la edad comparado con las poblaciones de referencia previamente descritas.

### **3.4.2 Puntos de corte utilizados para definir los déficits de micronutrientes y la anemia**

Los valores de corte utilizados en este estudio para identificar los déficits de micronutrientes y la anemia se definieron después de una revisión exhaustiva de la literatura científica. Cuando fue posible, los valores elegidos fueron los estándares consensuados por organismos internacionales como la OMS (este fue el caso del folato, la vitamina B12, la vitamina A, la ferritina y la anemia). En el resto de casos, se eligieron aquellos que fueran fruto del consenso de expertos (como el caso del zinc y la vitamina D) o, si este no existía, los puntos de corte más referenciados en la literatura (este fue el caso del cobre y la vitamina C). En la tabla 4 se resumen estos valores, incluyendo sus referencias correspondientes.

Tabla 4. Valores de corte para déficits de micronutrientes y anemia

<b>Micronutriente</b>	<b>Valores de corte</b>	<b>Referencia</b>
<b>Zinc</b>	<65 µg/dL (escolares <10 años); <70 µg/dL (escolares ≥10 años)	[107]
<b>Cobre</b>	<0.90 µg/L	[108]
<b>Folato sérico</b>	< 10 nmol/L	[33]
<b>Vitamina B12</b>	< 150 pmol/L	[33]
<b>Vitamina A</b>	<0.70 µmol/L	[109]
<b>Vitamina D</b>	<75 nmol/l	[110]
<b>Vitamina C</b>	<11.4 µmol/L	[37]
<b>Ferritina</b>	<15 µg/L para niños; <12 µg/L para niñas	[39]
<b>Anemia</b>	<118 g/l (escolares <5 años); <123 g/l (escolares 5-11 años); <128 g/l (escolares ≥ 12 años)	[39]

Para calcular la anemia, se ajustaron los niveles de hemoglobina según la altitud del lugar de residencia y la edad del escolar, siguiendo las recomendaciones de la OMS [39].

### 3.4.3 Construcción de un índice de diversidad de dieta

Una vez distribuidos todos los alimentos que se recopilaron en el Registro 24 horas entre los nueve grupos de alimentos (Grupo 1. Cereales, raíces y tubérculos, Grupo 2. Frutas y verduras ricas en vitamina A, Grupo 3. Otros vegetales, Grupo 4. Otras frutas, Grupo 5. Legumbres, Grupo 6. Carne/ave/pescado, Grupo 7. Grasas y aceites, Grupo 8. Lácteos y Grupo 9. Huevos), se construyó un Índice de Diversidad Dietética (IDD), sumando el número de grupos de alimentos diferentes ingeridos, de manera que el rango oscilaba entre 1 y 9. Posteriormente, se calcularon los terciles de este IDD, considerando que un menor tenía baja diversidad de dieta cuando pertenecía al tercil más bajo.

#### **3.4.4 Consumo de alimentos de origen animal**

Para evaluar el consumo de alimentos de origen animal (AOA), se calculó una nueva variable que tomaba valor positivo si se había registrado consumo de cualquiera de los siguientes grupos de alimentos: carne, pollo y pescado (grupo 6), productos lácteos (grupo 8) y/o huevos (grupo 9).

#### **3.4.5 Construcción de índices socio-económicos del hogar**

Se calcularon tres índices socio-económicos de área mediante la técnica de análisis de componentes principales (ACP). El análisis de componentes principales es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos y sirve para hallar las causas de la variabilidad inter e intra-grupo y ordenarlas por importancia [111,112]. Los índices calculados para nuestra población de estudio fueron: el índice socioeconómico (ISE), el índice socio-educativo (ISED) y el índice de recursos comunitarios (IRC). El índice socioeconómico fue construido por separado para entornos urbanos y rurales ya que las variables que mejor reflejaban las características socio-económicas de los hogares diferían sustancialmente entre ambos contextos. En la tabla 5 se detallan las variables utilizadas para la construcción de cada uno de estos índices.



Tabla 5. Variables incluidas en la construcción de cada índice socio-económico

ÍNDICE		VARIABLES
Índice Socio-economico	Zonas urbanas	Ocupación del cabeza de familia (CC)
		Electricidad
		Pertenencia de radio
		Material del suelo del hogar
	Zonas rurales	Posesión de tierras
		Producción anual de cereales (en kilogramos)
		Posesión de ganado
		Material del suelo del hogar
Índice Socio-educativo		Alfabetización del CC
		Años de colegio del CC
		Años de colegio de la persona a cargo de la preparación de la comida
Índice de recursos comunitarios	distancia (en tiempo) a:	Puesto de salud más cercano
		Hospital más cercano
		Carretera asfaltada más cercana
		Mercado permanente más cercano
		Farmacia o establecimiento que proporcione medicinas más cercano
		Colegio más cercano

Finalmente, y con objeto de mejorar la comprensión de la estructura de este trabajo, en la siguiente tabla 6, se resumen los objetivos de la tesis y como se abordaron desde un punto de vista analítico a partir de las variables recogidas.

Tabla 6. Resumen de los objetivos del estudio, el tipo de diseño y las variables utilizadas para alcanzar dichos objetivos

<b>Publicación</b>	<b>Diseño de estudio</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variables resultado</b>	<b>Variables independientes</b>
<b>Artículo 1 Plos One (2014) FI 5-años: 4.24</b>	TRANSVERSAL (mayo 2009)	1. Determinar la prevalencia de desnutrición crónica y de desnutrición aguda en menores en edad escolar.  2. Identificar los factores asociados con la desnutrición crónica y aguda en ámbito rural y urbano.	Desnutrición crónica, desnutrición aguda.	Características individuales, características del hogar, del cabeza de familia y de la persona a cargo de preparar la comida.
<b>Artículo 2 Plos One (2014) FI 5-años: 4.24</b>	TRANSVERSAL (mayo 2009)	3. Estimar la prevalencia de déficit de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar.  4. Identificar los factores asociados con los déficits de micronutrientes y la anemia.	Déficits de zinc, cobre, folato sérico, ferritina y vitaminas A, B12, C y D. Anemia.	Características individuales, estado de salud y hábitos de dieta.
<b>Artículo 3 Enviado a Plos One en marzo 2015. Pendiente de aceptación tras cambios menores sugeridos por editores</b>	TRANSVERSAL (mayo y diciembre 2009)	5. Valorar los hábitos y la diversidad de dieta en menores en edad escolar.  6. Identificar los factores asociados con baja diversidad de dieta en zonas rurales y urbanas.  7. Evaluar el bajo consumo de alimentos de origen animal en ámbito rural y urbano, así como posibles factores asociados.	Tercil inferior del IDD. Consumo de alimentos de origen animal.	Características individuales, características del hogar e índices socio-económicos.

### 3.5 Análisis estadístico

Para el análisis descriptivo (objetivos 1, 3 y 5 de nuestro estudio), se calcularon las frecuencias totales y la media (y su desviación estándar), mediana y rango intercuartílico para las variables cualitativas y cuantitativas, respectivamente. También se calcularon los cuartiles en el caso de los micronutrientes, y los terciles del IDD y los índices socioeconómicos. La relación entre las variables resultado y sus factores relacionados se testó mediante las pruebas contraste de hipótesis t de student y  $\chi^2$  para las variables continuas y categóricas, respectivamente.

Para controlar por factores de confusión y valorar posibles interacciones entre variables independientes, se realizó análisis de regresión uni y multivariante mediante un modelo de regresión logística.

Para el objetivo 2, se realizó análisis multivariante estratificado por ámbito (rural y urbano) para malnutrición crónica (MC) y malnutrición aguda (MA). La edad y el sexo, considerados biológicamente relevantes para la MA y MC, y todas las variables asociadas a MC o MA con nivel  $p < 0,10$  se incluyeron en el modelo final.

Para responder al objetivo 4, se realizaron análisis multivariantes de todos aquellos déficit de micronutrientes considerados relevantes (con una prevalencia  $>10\%$  en la población de estudio) y de la anemia. En este caso, la edad, el sexo y el lugar de residencia fueron considerados biológica y estadísticamente relevantes, y por tanto conservados en el modelo final, independientemente de su nivel de significancia. En el caso de la anemia, se incluyeron también en el análisis los niveles séricos de ferritina, vitamina B12 y de folato.

En el caso de los objetivos 6 y 7, se realizó análisis multivariante estratificado por ámbito (rural y urbano) para evaluar los factores asociados con el tercil inferior del IDD y con el consumo de alimentos de origen animal.

En el caso de la zona rural, y para valorar la estacionalidad, se realizó el mismo tipo de análisis pero para los datos recogidos en la temporada después de la cosecha (diciembre 2009).

Todos los modelos de regresión logística siguieron el método manual de selección por pasos hacia atrás. Se calcularon las OR ajustadas (ORa) y sus intervalo de confianza al 95% (IC95%). Los valores de p menor o igual a 0,05 se consideraron estadísticamente significativos. Se comprobaron los principales supuestos del análisis de regresión logística (ausencia de multicolinealidad y la interacción entre las variables independientes). La bondad de ajuste se evaluó mediante el uso del estadístico de Hosmer-Lemeshow.

Se utilizó el software WHO Anthro Plus para el cálculo de las puntuaciones z y el programa SPSS versión 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) para introducir y analizar los datos.

### **3.6 Consideraciones éticas**

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética y Bienestar Animal del Instituto de Salud Carlos III en España y por el Comité de Ética del Armauer Hansen Research Institute y el Comité Ético Nacional en Etiopía. La oficina regional de salud de Amhara y de los distritos de Fogera y Libo Kemkem expresaron su apoyo al proyecto mediante cartas oficiales. Antes de participar en la encuesta todos los cuidadores firmaron la hoja de información al paciente y el consentimiento informado y los niños con 11 años o más debían de dar también su asentimiento informado.

## **4 Resultados**

## 4.1 Descripción de la muestra

La descripción de la muestra se realizó en función de las variables recogidas en mayo de 2009. En este estudio participaron un total de 889 escolares de entre 4 y 15 años, de los cuales 462 (52,0 %) eran varones, el 35,6% tenían 10 años o más y alrededor del 80% vivía en el medio rural. Respecto al estado de salud, más del 30% refería haber tenido fiebre en los últimos quince días, y el 46% dormía bajo tela mosquitera (tabla 7).

Hay numerosas diferencias significativas entre los menores según la zona de residencia (rural o urbana) con respecto a las características individuales, el estado de salud y algunas prácticas con impacto en la salud del menor. La presencia tanto de esplenomegalia como de fiebre en los últimos quince días fue más común entre los menores que vivían en zonas rurales ( $p<0,005$  en ambos casos). Además, los niños y niñas que vivían en zonas rurales dormían bajo tela mosquitera con menos frecuencia que en zonas urbanas (41,1% vs. 67,4%, respectivamente,  $p<0,001$ ) y practicaban más frecuentemente el pastoreo (58,2% vs. 3,9%,  $p<0,001$ ).

**Tabla 7. Características individuales de los menores en edad escolar en zonas rurales y urbanas de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopía, mayo de 2009**

VARIABLES	RURAL (n=711)		URBANO (n=178)		p valor
	No.	(%)	No.	(%)	
<b>Sexo (niña)</b>	339	47,68	88	49,44	0,676
<b>Grupo de edad (<math>\geq 10</math> años)</b>	259	36,43	58	32,58	0,193
<b>Esplenomegalia</b>	34	4,79	1	0,56	0,004
<b>Fiebre en los últimos 15 días</b>	223	31,41	37	20,79	0,003
<b>Duerme bajo tela mosquitera</b>	292	41,13	120	67,42	<0,001
<b>Pastorea el ganado</b>	413	58,17	7	3,93	<0,001

Respecto a las características del cabeza de familia y del hogar, como podemos ver en la tabla 8 el 85,6% de los cabeza de familia (CC) fueron hombres, siendo la proporción de casas con cabeza de familia mujer

significativamente mayor en el entorno urbano ( $p<0,001$ ). Alrededor del 42% de los CC sabían leer y escribir y la mayoría tenían una profesión no cualificada, siendo el porcentaje de CC que sabían leer y escribir y que tenían un trabajo cualificado mayor en zonas urbanas ( $p<0,001$ ). De media, las personas a cargo de la preparación de la comida habían ido a la escuela en un periodo inferior a 3 años.

La mayoría de hogares en el ámbito rural tenían tierras de cultivo (97%) y animales domésticos (96%), practicas significativamente menos comunes en el entorno urbano (10% y 36%, respectivamente). Los cereales cultivados con más frecuencia fueron *teff* y arroz. Los animales domésticos más comunes fueron vacas, cabras, ovejas y gallinas. Alrededor del 48% de los hogares referían consumo de productos derivados de su ganado vacuno; el consumo de productos provenientes de ganado menor fue menos frecuente (tabla 8).

En la tabla 9 se muestran los resultados referentes a los índices socioeconómicos, contruidos a partir de variables del hogar y del entorno para las zonas rurales y urbanas de estudio. El índice socio-educativo presentaba niveles especialmente bajos, sobre todo en zonas rurales, mientras que el índice de recursos comunitarios arroja mejores resultados para la zona rural. Existen diferencias significativas entre las dos zonas por los tres índices.

**Tabla 8. Características del hogar en las zonas rurales y urbanas de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopía, mayo de 2009**

<b>VARIABLES</b>	<b>No.</b>	<b>(%)</b>	<b>No.</b>	<b>(%)</b>	<b>p valor</b>
<b>Sexo del cabeza de familia (mujer)</b>	52	7,3	75	42,1	<0,001
<b>Edad del CC (<math>\geq 40</math> años)</b>	351	49,7	65	36,9	0,008
<b>Religión (ortodoxa)</b>	706	99,3	147	82,6	<0,001
<b>Alfabetización del CC (sabe leer y escribir)</b>	282	39,8	97	54,5	<0,001
<b>Ocupación del CC (no cualificada)</b>	709	99,7	82	46,1	<0,001
<b>Sexo de la persona responsable de la preparación de la comida (es mujer)</b>	690	97,1	144	80,9	<0,001
	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>	<b>p valor</b>
<b>Años de escolarización del CC</b>	2,70	12,6	4,27	4,9	0,106
<b>Años de escolarización de la persona responsable de la preparación de la comida</b>	0,22	1	3,30	4,5	<0,001
<b>Número de personas que habitan en el hogar</b>	6,41	1,7	5,24	1,6	<0,001
<b>Número de menores que viven en el hogar</b>	2,85	1,1	2,17	0,9	<0,001
	<b>No.</b>	<b>(%)</b>	<b>No.</b>	<b>(%)</b>	<b>p valor</b>
<b>El hogar tiene tierras de cultivo</b>	694	97,6	18	10,1	<0,001
<b>El hogar tiene animales</b>	685	96,3	65	36,5	<0,001
<b>El hogar cultiva <i>teff</i></b>	481	67,6	4	2,3	<0,001
<b>El hogar cultiva arroz</b>	231	32,5	2	1,1	<0,001
<b>El hogar cultiva mijo</b>	70	9,8	5	2,8	<0,001
<b>El hogar cultiva alubias</b>	22	3,1	1	0,6	0,038
<b>Consumen productos de su ganado vacuno</b>	419	59,3	11	6,3	<0,001
<b>Consumen productos de sus cabras</b>	34	4,8	7	3,9	0,008
<b>Consumen productos de sus ovejas</b>	90	12,8	6	3,4	<0,001
<b>Consumen productos de sus pollos y gallinas</b>	343	48,4	47	26,4	<0,001
<b>D.S.: desviación estándar</b>					



Tabla 9. Índices socioeconómicos del hogar en las zonas rurales y urbanas de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopía, mayo de 2009				
Índice	Nivel	Rural n (%)	Urbano n (%)	p valor
Índice Socio-económico	Bajo	238(33,5)	51(28,7)	0,015
	Medio	236(36,2)	47(26,4)	
	Alto	237(33,3)	80(44,9)	
Índice Socio-educativo	Bajo	390(54,9)	76(42,7)	<0,001
	Medio	164(23,1)	26(14,6)	
	Alto	157(22,1)	76(42,7)	
Índice de recursos comunitarios	Bajo	247(34,7)	38(21,3)	<0,001
	Medio	177(24,9)	106(59,6)	
	Alto	287(40,4)	34(19,1)	

Para los objetivos 5, 6 y 7, además de la muestra descrita en este apartado (Mayo 2009), estudiamos una muestra de población rural (n=516) en la temporada después de la cosecha (diciembre 2009) para valorar el rol de la estacionalidad en los cambios de hábitos de dieta, en el IDD y en el consumo de AOA. Las variables de estudio no mostraron diferencias significativas entre la muestra rural completa de mayo (n=711) y los que fueron objeto de seguimiento en diciembre (tabla 10).

Tabla 10. Comparación de las características de los menores en edad escolar que viven en zonas rurales en la muestra de mayo 2009 y la sub-muestra diciembre 2009, Libo Kemkem y Fogera, Etiopia			
CARACTERÍSTICAS	mayo 2009	dic 2009	p valor
	n=711	n=516	
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES			
% niñas	47,7	49,6	p>0,05
% ≥10 años	38,7	35,9	p>0,05
IDD tercil alto	4,0	3,7	p>0,05
IDD tercil bajo	83,6	83,3	p>0,05
CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR			
Sexo del CC (% mujer)	7,3	7,2	p>0,05
Edad del CC (>40 años)	49,7	47,9	p>0,05
Religion del CC (ortodoxo)	99,3	99,0	p>0,05
Ocupación del CC (no cualificada)	99,7	99,6	p>0,05
Años de escolarización del CC (>4 años)	16,5	17,6	p>0,05
Años de escolarización de la persona a cargo de preparar la comida (>4 años)	1,3	1,4	p>0,05
Número de niños y niñas en el hogar (>3)	27,0	28,5	p>0,05
Número de personas en el hogar (>3)	46,0	44,5	p>0,05
Tenencia de animales domésticos (sí)	96,3	96,1	p>0,05
Tenencia de tierra (sí)	97,6	97,7	p>0,05
Índice socio-económico (bajo)	33,5	30,8	p>0,05
Índice socio-educativo (bajo)	54,9	54,5	p>0,05
Índice de recursos comunitarios (bajo)	34,7	41,1	p>0,05

## 4.2 Objetivo 1. Prevalencia de la desnutrición crónica y aguda en menores en edad escolar

Las medias de las puntuaciones z para la altura por edad y el índice de masa corporal por edad de la población general del estudio estaban por debajo de las referencias de la OMS [22], -1,62 (SD = 1,34 , rango de -6,12 a 5,74,  $p = 0,05$  ) y -1,28 (SD =1,00, rango -4,95 a -3,82 ,  $p =0,05$ ), respectivamente. Más de la mitad de la población de estudio presentaba algún tipo de desnutrición (51,2%). La prevalencia global de desnutrición fue significativamente mayor en las zonas rurales que en las comunidades urbanas (53% y 42,1%, respectivamente;  $p= 0,006$ ).

La prevalencia de malnutrición crónica (MC) o desmedro fue del 42,7 % en el medio rural y el 29,2 % en el medio urbano ( $p= 0,001$ ). De los 354 menores que presentaron MC, 128 (36,2%) tenían una forma severa.

La prevalencia de malnutrición aguda o delgadez fue del 21,6 % y el 20,8 % en el medio rural y urbano, respectivamente ( $p> 0,05$ ), de los cuales el 4,4% y 3,4% tenían una MA severa (tabla 11).

**Tabla 11. Prevalencia de malnutrición crónica y de malnutrición aguda, y grados de severidad en los menores en edad escolar en las zonas rurales y urbanas de los distritos de Libo kemkem y Fogera, Etiopía, mayo de 2009**

ESTADO NUTRICIONAL		Medio		p valor
		Rural n (%)	Urbano n (%)	
Malnutrición crónica (MC)	MC	302 (42,7)	52 (29,2)	0,001
	MC Moderada	191 (27)	35 (19,7)	0,027
	MC Severa	111 (15,7)	17 (9,6)	0,022
Malnutrición aguda (MA)	MA	153 (21,6)	37 (20,8)	0,450
	MA Moderada	122 (17,2)	31 (17,4)	0,515
	MA Severa	31 (4,4)	6 (3,4)	0,361

## **4.3 Objetivo 2. Factores asociados con la desnutrición crónica y con la desnutrición aguda en ámbito rural y urbano.**

Dada la evidencia existente de que los determinantes de malnutrición difieren de forma substancial entre entornos rurales y urbanos en África, y las diferencias encontradas entre el medio rural y urbano en el análisis descriptivo de la muestra de estudio (tablas 8 y 9), decidimos presentar los resultados para MC y MA de manera estratificada por ámbito de estudio.

### **4.3.1 Malnutrición crónica en el ámbito rural**

El análisis bivariado (tablas 12 y 13), nos muestra que en el medio rural, la prevalencia de la desnutrición crónica fue similar en niños y niñas, mientras que fue significativamente mayor en los escolares con  $\geq 10$  años (OR: 2,28; IC 95%: 1,66-3,11). El desmedro fue significativamente más frecuente en los menores con una historia previa de esplenomegalia (OR: 2,26; IC95%: 1,11-4,59) o fiebre (OR: 1,59; IC95%: 1,15-2,18), y menos común en los que dormían bajo tela mosquitera (OR: 0,68; IC 95%: 0,50-0,92) y en aquellos que pastoreaban el ganado (OR: 0,70; IC 95%: 0,52-0,95). En cuanto a los hábitos alimentarios, el consumo de frutas y verduras ricas en vitamina A y el consumo de cualquier tipo de carne del día anterior a la encuesta se asociaron con una menor prevalencia de desnutrición crónica (OR: 0,34; IC95%: 0,13-0,93 y OR: 0,59; IC95%: 0,36-0,97, respectivamente).

Los resultados del análisis de regresión logística multivariante se muestran en la tabla 14. La diferencia significativa entre los dos grupos de edad se mantiene en el modelo final (OR ajustada (ORa): 3,12; IC 95%: 2,15-4,51); de manera que los menores con 10 años o más edad tuvieron malnutrición crónica 3,12 veces más frecuentemente que los escolares con menos de 10 años. Los niños con fiebre en las dos semanas anteriores a la encuesta fueron 1,62 veces más propensos a tener MC (IC del 95%: 1,23-2,32). El pastoreo de ganado (OR: 0,43; IC 95%: 0,30-0,63) y el consumo de cualquier alimento de origen animal (OR: 0,51; IC 95%: 0,29-0,91) mostraron

una asociación “protectora” con el retraso en el crecimiento. Con respecto a las características del hogar, los escolares de las zonas rurales eran 2,97 veces más propensos a tener desnutrición crónica si el CC era mujer (IC95%: 1,47-5,98). A mayor número de personas viviendo en la casa, mayor prevalencia de MC ( $p = 0,042$ ), mientras que el cultivo de mijo (OR: 0,50; IC 95%: 0,27-0,93) y el consumo de productos de ganado doméstico (OR: 0,67; IC 95%: 0,46-0,96) presentaron una relación inversa con la MC.

#### **4.3.2 Malnutrición crónica en el ámbito urbano**

En el entorno urbano, los menores con 10 años o más son quienes presentaron MC con más frecuencia (OR: 3,73; IC 95 %: 1,89- 7,39), al igual que sucedía en el las zonas rurales. Por otra parte, la prevalencia de MC fue significativamente mayor entre los niños que vivían en una casa donde el CC (OR: 1,58; IC 95 %: 1,00-2,53) y la persona responsable de la preparación de la comida (OR: 1,60; IC 95%: 0,99- 2,66) no sabían leer y escribir (tabla 10).

En la tabla 12 se resumen los resultados ajustados por regresión logística. Los niños mayores fueron más propensos a la MC que los niños más pequeños (OR: 4,62; IC95 %: 02.09- 10.21). Los años de asistencia a la escuela de la persona responsable de la preparación de la comida (PRPC) se asoció negativamente con la desnutrición crónica entre los niños que vivían en comunidades urbanas (OR: 0,88; IC95 %: 0,79-0,97), es decir, a mayor número de años atendidos, menor probabilidad de que el menor tuviera MC.

**Tabla 12. Factores individuales relacionados con la malnutrición crónica en menores en edad escolar, estratificado por zona de residencia, en los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopia, mayo 2009.**

VARIABLES		RURAL (n=711)			URBANO (n=178)		
		N	%	OR (IC95%)	N	%	OR (IC95%)
Menores con MC		302	42,5		52	29,2	
Sexo	Niño	166	44,6	1,12 (0,94-1,33)*	27	30,0	1,06 (0,67-1,67)
	Niña	136	40,1		25	28,4	
Grupo de edad	< 10 años	159	35,2	2,28 (1,67-3,11)**	24	20,0	3,73 (1,89-7,39)**
	≥ 10 años	143	55,2		28	48,3	
Esplenomegalia	Si	21	61,8	2,26 (1,11-4,59)**	11	50,0	1,18 (0,10-13,28)
	No	281	41,6		53	29,5	
Fiebre en los últimos 15 días	Si	112	50,2	1,59 (1,15-2,18)**	13	35,1	1,42 (0,66-3,06)
	No	190	39,0		39	27,7	
Duerme bajo tela mosquitera	No	194	40,8	0,68 (0,50-0,92)**	18	31,0	0,88 (0,44-1,74)
	Si	107	26,0		34	28,3	
Pastorea el ganado	No	141	47,6	0,70 (0,52-0,95)**	39	29,2	0,97 (0,18-5,16)
	Si	160	38,9		13	28,6	
EL MENOR CONSUMIO EN LAS ULTIMAS 24 HORAS...							
Alimentos de origen animal	No	254	43,9	0,76 (0,51-1,12)*	20	31,3	0,86 (0,44-1,67)
	Si	48	37,2		32	28,1	
Cereales, raíces y tubérculos	No	2	66,7	0,37 (0,03-4,10)	0	0,0	N,A,
	Si	300	42,6		52	29,2	
Frutas y verduras ricas en vitamina A	No	297	43,4	0,34 (0,13-0,93)**	48	28,7	1,42 (0,40-5,06)
	Si	5	20,8		4	36,4	
Otras frutas	No	302	42,7	N,A,	52	29,7	N,A,
	Si	0	0,0		0	0,0	
Otras verduras	No	284	43,4	0,67 (0,37-1,21)*	42	26,9	2,26 (0,91-5,62)*
	Si	18	34,0		10	45,5	
Legumbres	No	22	32,4	1,63 (0,96-2,77)*	17	23,6	1,60 (0,81-3,14)
	Si	280	43,8		35	33,0	
Carne	No	277	44,0	0,59 (0,36-0,97)**	24	32,0	0,79 (0,41-1,52)
	Si	25	31,7		28	27,2	
Grasas y aceite	No	34	51,5	0,67 (0,41-1,12)*	3	25,0	1,26 (0,33-4,84)
	Si	268	41,7		49	29,5	
Productos lácteos	No	278	42,4	1,12 (0,64-1,97)	45	27,6	2,29 (0,79-6,70)*
	Si	24	45,3		7	46,7	
Huevos	No	301	42,8	0,33 (0,04-3,00)	51	29,5	0,60 (0,07-5,48)
	Si	1	20,0		1	20,0	
4 o más alimentos	No	298	43,8	3,07 (1,23-7,63)**	48	29,6	1,19 (0,49-2,86)
	Si	4	14,3		4	25,0	
*p<0,10; ** p<0,05							

**Tabla 13. Factores del hogar relacionados con la malnutrición crónica en menores en edad escolar, estratificado por zona de residencia, en los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopia, mayo 2009.**

VARIABLES		RURAL (n=711)			URBANO (n=178)		
		N	%	OR (IC95%)	N	%	OR (IC95%)
Sexo del CC	Hombre	267	40,70	0,61 (0,49-0,75)**	29	28,16	0,92 (0,58-1,45)
	Mujer	35	67,31		23	30,67	
Edad del CC	< 40 años	151	42,66	1,01 (0,85-1,20)	37	33,33	1,44 (0,86-2,42)*
	≥ 40 años	147	42,12		15	23,08	
Alfabetización CC (leer y escribir)	Si	115	41,22	0,95 (0,80-1,13)	22	22,68	0,61 (0,39-0,97)**
	No	185	43,43		30	37,04	
Relación de la persona a cargo de la preparación de la comida con el CC	Mujer o CC (ella misma)	294	42,79	1,12 (0,65-1,95)	46	31,94	1,81 (0,84-3,89)*
	Otro	8	38,09		6	17,65	
		Media	DS	OR	Media	DS	OR
Años escolarización del CC		1,07	2,29	0,767	3,48	4,74	0,172
Años escolarización del PRPC		0,16	0,86	0,156	2,19	4,00	0,026**
Nº personas que viven en el hogar		6,43	1,85	0,806	5,08	1,41	0,389
Nº menores en el hogar		2,82	1,14	0,674	2,29	0,98	0,252
¿TIENE EL HOGAR?							
		N	%	OR (IC95%)	N	%	OR (IC95%)
Tierra de cultivo	No	7	41,18	0,97 (0,54-1,71)	45	28,13	0,72 (0,39-1,36)
	Si	295	42,69		7	38,89	
Animales domésticos	No	15	57,69	1,37 (0,98-1,93)*	30	26,55	0,78 (0,50-1,24)
	Si	287	42,08		22	33,85	
Cultivo de <i>teff</i>	No	100	43,48	0,95 (0,69-1,31)	50	28,74	2,48 (0,34-18,09)
	Si	202	42,26		2	50,00	

<b>Cultivo de arroz</b>	<b>No</b>	196	40,92	1,24 (0,91-1,71)*	51	28,97	2,45 (0,15-39,94)
	<b>Si</b>	106	46,29		1	50,00	
<b>Cultivo de mijo</b>	<b>No</b>	280	43,82	1,37 (0,96-1,96)*	50	28,90	0,72 (0,24-2,17)
	<b>Si</b>	22	31,88		2	40,00	
<b>Cultivo de alubias</b>	<b>No</b>	297	43,29	1,91 (0,88-4,14)*	52	29,38	---
	<b>Si</b>	5	22,73		0	0,00	
<b>Consumen productos de ganado vacuno</b>	<b>No</b>	39	60,94	1	47	28,66	1
	<b>Si</b>	107	48,20	0,60 (0,34-1,05)*	0	0,00	---
	<b>No tienen</b>	154	36,84	0,37 (0,22-0,64)**	3	27,27	0,93 (0,24-3,67)
<b>Consumen productos de cabras domesticas</b>	<b>No</b>	277	43,69	1	52	30,41	1
	<b>Si</b>	16	45,71	1,09 (0,55-2,15)	0	0,00	---
	<b>No tienen</b>	8	23,53	0,40 (0,18-0,89)**	0	0,00	---
<b>Consumen productos de ovejas domesticas</b>	<b>No</b>	235	4,73	1	51	30,00	1
	<b>Si</b>	28	45,16	1,10 (0,65-1,87)	0	0,00	---
	<b>No tienen</b>	39	43,82	1,05 (0,67-1,64)	1	16,70	0,47 (0,05-4,10)
<b>Consumen productos de pollos propios</b>	<b>No</b>	120	41,96	1	34	26,36	1
	<b>Si</b>	34	43,04	1,04 (0,63-1,73)	2	100,00	---
	<b>No tienen</b>	147	43,11	1,05 (0,76-1,44)	16	34,04	1,44 (0,70-2,96)
<b>*p&lt;0,10; ** p&lt;0,05</b>							

**Tabla 14 . Análisis multivariante de regresión logística para MC en menores en edad escolar en las zonas rurales y urbanas de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopía, mayo 2009**

VARIABLES		RURAL (N=711)				URBANO (N=178)			
		n (%)	ORa	IC95%	p valor	n (%)	ORa	IC95%	p valor
<b>CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES</b>									
Sexo	niño	166 (44,9)	1			27 (30,0)	1		
	niña	136 (40,2)	0,78	(0,55-1,10)	0,160	25 (28,4)	1,29	(0,56-2,96)	0,554
Grupo de edad	<10 años	159 (35,2)	1			24 (20,0)	1		
	≥10 años	143 (55,3)	3,12	(2,15-4,51)	0,000	28 (48,4)	4,62	(2,09-10,21)	0,000
Fiebre en los últimos 15 días	No	112 (50,5)	1			13 (35,1)	1		
	Si	190 (39,1)	1,62	(1,23-2,32)	0,009	39 (27,7)	1,80	(0,73-4,47)	0,204
Actividades de pastoreo	No	141 (47,6)	1			39 (29,2)	1		
	Si	160 (38,9)	0,43	(0,30-0,63)	0,000	13 (28,6)	0,75	(0,07-7,71)	0,811
Consumo de alimentos de origen animal	No	254 (43,9)	1			20 (31,3)	1		
	Si	48 (37,2)	0,51	(0,29-0,91)	0,022	32 (28,1)	0,72	(0,31-1,71)	0,463
Consumo de frutas/verduras ricas en vit A	No	297 (43,4)	1			48 (28,7)	1		
	Si	5 (20,8)	0,29	(0,83-1,04)	0,057	4 (36,4)	1,32	(0,29-5,99)	0,717
Otras verduras	No	284 (43,4)	1			42 (26,9)	1		
	Si	18 (33,9)	1,08	(0,49-2,38)	0,855	10 (45,5)	3,00	(0,97-9,38)	0,058
<b>CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR</b>									
Sexo del CC	Hombre	267 (40,7)	1			29 (28,2)	1		
	Mujer	35 (67,3)	2,97	(1,47-5,98)	0,002	23 (30,7)	0,66	(0,27-1,64)	0,370
Edad del CC	< 40 años	151 (42,7)	1			37 (28,2)	1		
	≥40 años	147 (42,1)	0,73	(0,50-1,06)	0,097	23 (30,7)	0,43	(0,17-1,06)	0,069
Años de escolarización de PRPC	Media (DS)	0,16 (0,9)	ORa	IC95%	p valor	Media (DS)	ORa	IC95%	p valor
		0,16 (0,9)	0,84	(0,70-1,01)	0,065	2,19 (4,0)	0,88	(0,79-0,97)	0,014
Nº personas que viven en el hogar		6,43 (1,8)	1,12	(1,01-1,25)	0,042	5,08 (1,41)	0,84	(0,63-1,13)	0,260
		n (%)	ORa	IC95%	p valor	n (%)	ORa	IC95%	p valor
Cultivo de mijo	No	280 (43,8)	1			50 (28,9)	1		
	Si	22 (31,9)	0,50	(0,27-0,93)	0,029	2 (40,0)	2,35	(0,27-20,19)	0,435
Consumo de productos del propio ganado	No consumen	39 (60,9)	1			47 (28,7)	1		
	Consumen	107 (48,2)	0,67	(0,46-0,96)	0,030	0	—	—	—
	No tienen ganado	154 (36,8)	1,36	(0,72-2,56)	0,348	3 (27,3)	1,07	(0,11-9,23)	0,989
Consumo de productos de las cabras	No consumen	277 (43,69)	1			52 (30,41)	1		
	Consumen	16 (45,71)	0,37	(0,12-1,16)	0,090	0	—	—	—
	No tienen cabras	8 (23,53)	0,92	(0,43-1,96)	0,833	0	—	—	—



### 4.3.3 Malnutrición aguda en el ámbito rural

En el análisis bivariado para zona rural (tablas 15 y 16), la prevalencia de la desnutrición aguda fue mayor en los escolares de 10 o más años (OR: 4,74; IC 95%: 3,24- 6,94) y entre los varones (OR: 1,58; IC 95%: 1,18-2,12). Los menores que pastoreaban el ganado eran 2,43 veces más propensos a tener MA (IC95%: 1,63-3,61). El número de niños que vivían en la casa ( $p = 0,007$ ) y el cultivo de *teff* (OR: 1,53; IC 95%: 1,2-2,30) se asociaron positivamente con una mayor prevalencia de MA, mientras que un CC menor de 40 años y el cultivo de arroz se asociaron de forma inversa con la MA (OR: 0,75; IC 95%: 0,56-0,99 y OR: 0,63; IC 95%: 0,42-0,95, respectivamente).

Después de ajustar la asociación de las variables independientes y la variable dependiente (MA) por regresión logística, las diferencias por sexo del menor perdieron significancia, mientras que la relación entre la MA y la edad se debilitó ligeramente (OR: 4,11; IC 95%: 2,74-6,16). En la zona rural, los menores fueron significativamente menos propensos a padecer MA si el CC era mujer (OR: 0,40; IC 95%: 0,16- 0,70). A mayor número de menores viviendo en la misma casa, mayor probabilidad de tener MA ( $p = 0,027$ ), mientras que los menores de hogares que cultivaban arroz tenían menos probabilidades de padecer MA (OR: 0,64; IC 95%: 0,41- 0,99) (tabla 17).

### 4.3.4 Malnutrición aguda en el ámbito urbano

En la zona urbana sólo se encontró asociación estadísticamente significativa en el análisis bivariante entre la MA y la edad del menor, de manera que si el niño o niña tenía 10 o más años, la probabilidad de presentar MA era mayor (OR: 2,76; IC 95 %: 1,13- 5,80) (tabla 15).

En el análisis multivariante, el grupo de edad se mantuvo significativamente relacionado con la MA (OR: 3,67; IC 95 %: 1,63- 8,30). El consumo de alimentos de origen animal en el día anterior a la encuesta se asoció inversamente con desnutrición aguda (OR: 0,26; IC 95%: 0,10-0,67), es

decir, la probabilidad de tener MA era menor si el escolar refería haber consumido este tipo de alimentos el día anterior a la encuesta, y la prevalencia de MA fue menor en los hogares con un CC que sabía leer y escribir (OR: 0,24; IC95%: 0,09-0,65) (tabla 17).

Tabla 15. Factores individuales relacionados con la malnutrición aguda en menores en edad escolar, estratificados por zona de residencia, en los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopia, mayo 2009.							
VARIABLES		RURAL (n=711)			URBANO (n=178)		
		N	%	OR (IC95%)	N	%	OR (IC95%)
Menores con MA		153	21,5		37	20,8	
Sexo	Niño	97	26,2	1,58 (1,18-2,12)**	21	23,3	1,28 (0,72-2,29)
	Niña	56	16,6		16	18,2	
Grupo de edad	< 10 años	53	11,8	4,74 (3,24-6,94)**	18	15	2,76 (1,13-5,80)**
	≥ 10 años	100	38,8		19	32,8	
Esplenomegalia	Si	11	32,4	1,79 (0,85-3,76)*	11	50	1,84 (0,16-20,86)
	No	142	21,1		38	21	
Fiebre en los últimos 15 días	Si	53	23,9	1,21 (0,83-1,77)	8	21,6	1,07 (0,44-2,58)
	No	100	20,6		29	20,6	
Duerme bajo tela mosquitera	No	89	21,3	1,05 (0,73-1,51)	10	17,2	1,39 (0,62-3,12)
	Si	64	22,1		27	22,5	
Pastorea el ganado	No	40	13,5	2,43 (1,63-3,61)**	36	21,1	0,63 (0,07-5,36)
	Si	113	27,5		1	14,3	
EL MENOR CONSUMIÓ EN LAS ULTIMAS 24 HORAS							
Alimentos de origen animal	No	129	22,3	0,80 (0,49-1,30)	18	28,1	0,51 (0,25-1,06)*
	Si	24	18,6		19	16,7	
Cereales, raíces y tubérculos	No	0	0	---	0	0	---
	Si	153	21,7		37	20,8	
Frutas y verduras ricas en vitamina A	No	149	21,8	0,72 (0,24-2,13)	36	21,6	0,36 (0,05-2,94)
	Si	4	16,7		1	9,1	
Otras frutas	No	153	21,6	---	37	21,1	---
	Si	0	0		0	0	
Otras verduras	No	141	21,5	1,07 (0,55-2,08)	30	19,2	1,96 (0,73-5,23)
	Si	12	22,6		7	31,8	
Legumbres	No	13	19,1	1,18(0,63-2,23)	14	19,4	1,15(0,55-2,42)
	Si	140	21,9		23	21,7	
Carne	No	138	21,9	0,83 (0,46-1,51)	18	24	0,72 (0,35-1,48)
	Si	15	18,9		19	18,5	
Grasas y aceite	No	13	19,7	1,14 (0,60-2,15)	1	8,3	3,05 (0,38-24,39)
	Si	140	21,8		36	21,7	
Productos lácteos	No	144	22	0,73(0,35-1,52)	37	22,7	---
	Si	9	17		0	0	
Huevos	No	153	21,8	---	36	20,8	0,95(0,10-8,78)
	Si	0	0		1	20	
4 o más alimentos	No	149	21,9	1,53 (0,61-3,84)	35	21,6	1,73 (0,46-6,53)
	Si	4	14,3		2	12,5	
*p<0,10; ** p<0,05							

Tabla 16. Factores del hogar relacionados con la malnutrición aguda en menores en edad escolar, estratificados por zona de residencia, en los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopia, mayo 2009.

VARIABLES		RURAL (n=711)			URBANO (n=178)		
		N	%	OR (IC95%)	N	%	OR (IC95%)
Sexo del CC	Hombre	146	22,3	1,65 (0,82-3,34)*	23	22,3	1,20 (0,66-2,17)
	Mujer	7	13,5		14	18,7	
Edad del CC	< 40 años	65	18,4	0,75 (0,56-0,99)**	24	21,6	1,28 (0,67-2,43)
	≥ 40 años	86	24,6		11	16,9	
Alfabetización CC (leer y escribir)	Si	60	21,5	0,99 (0,74-1,31)	25	25,8	1,74 (0,93-3,24)*
	No	93	21,8		12	14,8	
Relación de la persona a cargo de la preparación de la comida con el CC	Mujer o CC(ella misma)	148	21,5	0,91 (0,41-1,97)	33	22,9	1,95 (0,74-5,13)
	Otro	5	23,8		4	11,8	
		Media	DS	OR	Media	DS	OR
Años escolarización del CC		1,0	2,4	0,704	4,7	4,7	0,570
Años escolarización del PRPC		0,3	1,2	0,389	3,5	4,9	0,808
Nº personas que viven en el hogar		6,5	1,7	0,716	5,1	1,7	0,663
Nº menores en el hogar		3,1	1,1	0,007**	2,2	0,9	0,880
¿TIENE EL HOGAR?							
		N	%	OR (IC95%)	N	%	OR (IC95%)
Tierra de cultivo	No	4	23,5	1,09 (0,46-2,60)	33	20,6	0,93 (0,37-2,32)
	Si	149	21,6		4	22,2	
Animales domésticos	No	6	23,1	1,07 (0,52-2,19)	25	22,1	1,20 (0,65-2,22)
	Si	147	21,6		12	18,5	
Cultivo de <i>teff</i>	No	39	16,9	1,53 (1,02-2,30)**	37	21,3	---
	Si	114	23,8		0	0,0	
Cultivo de arroz	No	115	24,0	0,63 (0,42-0,95)**	36	20,5	0,41 (0,10-1,69)

	<b>Si</b>	38	16,6		1	50,0	
<b>Cultivo de mijo</b>	<b>No</b>	140	21,9	1,16 (0,70-1,94)	36	20,8	1,04 (0,18-6,15)
	<b>Si</b>	13	18,8		1	20,0	
<b>Cultivo de alubias</b>	<b>No</b>	148	21,6	0,95 (0,43-2,08)	37	20,9	---
	<b>Si</b>	5	22,7		0	0,0	
<b>Consumen productos de ganado vacuno</b>	<b>No</b>	12	18,7	1	34	20,7	1
	<b>Si</b>	53	23,9	1,36 (0,68-2,74)	0	0,0	---
	<b>No tienen</b>	88	21,1	1,16 (0,59-2,26)	2	18,2	0,85 (0,18-4,12)
<b>Consumen productos de cabras domesticas</b>	<b>No</b>	140	22,1	1	36	21,1	1
	<b>Si</b>	5	14,3	0,59 (0,22-1,54)	0	0,0	---
	<b>No tienen</b>	8	23,5	1,09 (0,48-2,45)	1	14,3	0,63 (0,07-5,36)
<b>Consumen productos de ovejas domesticas</b>	<b>No</b>	117	21,3	1	36	21,2	1
	<b>Si</b>	15	24,2	1,18 (0,64-2,19)	0	0,0	---
	<b>No tienen</b>	20	22,5	1,07 (0,63-1,84)	1	16,7	0,74 (0,08-6,57)
<b>Consumen productos de pollos propios</b>	<b>No</b>	70	24,5	1	27	20,9	1
	<b>Si</b>	17	21,5	0,85 (0,46-1,54)	0	0,0	---
	<b>No tienen</b>	65	19,1	0,73 (0,50-1,06)	10	21,3	1,02 (0,45-4,10)
<b>*p&lt;0,10; ** p&lt;0,05</b>							

**Tabla 17. Análisis multivariante de regresión logística para MA en menores en edad escolar en las zonas rurales y urbanas de los distritos de Libokemkem y Fogera, Etiopía, mayo 2009**

VARIABLES		RURAL (N=711)				URBANO (N=178)			
		n (%)	ORa	IC95%	p valor	n (%)	ORa	IC95%	p valor
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MENOR</b>									
<b>Sexo</b>	<b>niño</b>	97 (26,2)	1			21 (23,3)	1		
	<b>niña</b>	56 (16,6)	0,69	(0,46-1,03)	0,073	16 (18,2)	0,86	(0,39-1,92)	0,717
<b>Grupo de edad</b>	<b>&lt;10 años</b>	53 (11,8)	1			18 (15,0)	1		
	<b>≥10 años</b>	100 (38,8)	4,11	(2,74-6,16)	0,000	19 (32,8)	3,67	(1,63-8,30)	0,002
<b>Actividades de pastoreo</b>	<b>No</b>	40 (13,5)	1			36 (21,1)	1		
	<b>Si</b>	113 (27,5)	1,50	(0,96-2,36)	0,076	1 (14,3)	0,55	(0,06-5,03)	0,598
<b>Consumo de AOA</b>	<b>No</b>	129 (22,3)	1			18 (28,1)	1		
	<b>Si</b>	24 (18,6)	0,83	(0,49-1,41)	0,493	19 (16,7)	0,26	(0,10-0,67)	0,005
<b>CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR</b>									
<b>Sexo del CC</b>	<b>Hombre</b>	146(22,3)	1			23 (22,3)	1		
	<b>Mujer</b>	7 (13,5)	0,40	(0,16-0,70)	0,043	14 (18,7)	0,67	(0,26-1,72)	0,407
<b>Alfabetización del CC (leer y escribir)</b>	<b>No</b>	93 (21,8)	1			25 (25,8)	1		
	<b>Si</b>	60 (21,5)	1,39	(0,91-2,11)	0,127	12 (14,8)	0,24	(0,09-0,65)	0,005
<b>Nº personas que viven en el hogar</b>		<b>Media (DS)</b>	<b>ORa</b>	<b>IC95 %</b>	<b>p valor</b>	<b>Media (DS)</b>	<b>ORa</b>	<b>IC95%</b>	<b>p valor</b>
		6,5 (1,7)	0,87	(0,75-1,00)	0,054	5,1 (1,7)	0,87	(0,64-1,20)	0,403
<b>Nº menores que viven en el hogar</b>		3,1 (1,1)	1,28	(1,03-1,60)	0,027	2,2 (0,9)	1,02	(0,61-1,70)	0,955
<b>Cultivo de arroz</b>	<b>No</b>	115 (24,0)	1			36 (20,5)	1		
	<b>Si</b>	38 (16,6)	0,64	(0,41-0,99)	0,045	1 (50,0)	3,26	(0,15-72,94)	0,456

#### 4.4 Objetivo 3. Prevalencia de déficit de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar.

Se recogieron muestras de sangre de 764 menores (85,9 % del total). No hubo diferencias significativas en las características de la población del

estudio total (n=889) y la sub-muestra de la que se obtuvieron dichas muestras de sangre (tabla 18).

Tabla 18. Comparación de las características de la muestra y la sub-muestra (con análisis de sangre), en los distritos de Libo Kemkem and Fogera, Etiopía, mayo 2009			
CARACTERISTICAS	Muestra	Sub- muestra	p valor
	n=889	n=764	
DEMOGRAFICAS			
% Niñas	48,03	49,73	p>0,05
Edad media (DS)	9,05 (3,15)	9,03 (3,18)	p>0,05
% que viven en zona urbana	20,02	21,20	p>0,05
ESTADO DE SALUD			
% con esplenomegalia	6,43	6,83	p>0,05
% con fiebre en los últimos 15 días	35,36	36,04	p>0,05
HABITOS DE DIETA			
% consumieron cereales, raíces y tubérculos	99,77	99,87	p>0,05
% consumieron frutas y verduras ricas en vitamina A	2,81	2,49	p>0,05
% consumieron otras frutas	0,34	0,39	p>0,05
% consumieron otras verduras	11,81	12,43	p>0,05
% consumieron legumbres	85,83	85,47	p>0,05
% consumieron carne	16,31	16,88	p>0,05
% consumieron grasas y aceite	81,10	79,71	p>0,05
% consumieron productos lácteos	13,39	14,01	p>0,05
% consumieron huevos	1,12	1,05	p>0,05
Media de grupos de alimentos consumidos (DS)	3,13 (0,71)	3,13 (0,72)	p>0,05

El 53,5% de los menores en edad escolar tenía al menos un déficit de micronutriente (DM) y el 21,4% tenía dos o más deficiencias de micronutrientes a la vez. La prevalencia de DM variaba ampliamente según el tipo de micronutriente estudiado: desde un mínimo de 1,3 % para la vitamina B12 a un máximo de 49% para la insuficiencia de vitamina D (tabla 19).

**Tabla 19. Niveles séricos de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar en Libo Kemkem y Fogera, Etiopia, mayo 2009**

MICRONUTRIENTE	Unidad	Media (DS)	Mediana	Cuartiles			Déficit	
				Q25	Q50	Q75	n	%
<b>Zinc (n=618)</b>	µg/dL	86,9 (19,6)	85,0	74,0	85,0	97,0	77	12,5
<b>Cobre (n=660)</b>	µg/dL	135,6 (28,2)	133,0	118,0	133,0	150,0	22	3,3
<b>Folato (n=534)</b>	nmol/L	17,1 (7,4)	15,5	11,8	15,5	21,3	74	13,9
<b>Vit B12 (n=532)</b>	pmol/L	405,4 (166,4)	380,4	287,8	380,4	482,6	7	1,3
<b>Vit A (n=663)</b>	µmol/L	0,92 (0,5)	0,8	0,6	0,8	1,1	194	29,3
<b>Vit D (n=627)</b>	nmol/L	80,10 (26,4)	77,4	62,4	77,4	94,8	307	49,0
<b>Vit C (n=322)</b>	µmol/L	31,98 (12,8)	31,0	23,2	31,0	39,6	13	4,0
<b>Ferritina (n=533)</b>	µg/L	64,39 (51,7)	49,0	33,0	49,0	76,5	18	3,4
<b>Hemoglobina (n=764)</b>	g/L	130,04 (17,1)	13,1	122,0	131,0	139,7	236	30,9
<b>VCM (n=236)*</b>	fL	82,86 (5,6)	83,0	80,0	83,0	86,1	154	65,3
<b>* Sólo medida en aquellos menores con anemia</b>								

Los déficits de menor prevalencia fueron los de cobre (3,3%), ferritina (3,4%) y vitaminas B12 (1,3%) y C (4%), mientras que los déficits de zinc (12,5%), folato (13,9%), vitaminas A (29,3%) y D (49%) y la anemia (30,9%) fueron los de mayor relevancia en nuestra población de estudio.

#### **4.5 Objetivo 4. Factores asociados con los déficits de micronutrientes y la anemia.**

A continuación se describen los factores asociados a aquellos déficits de especial relevancia en nuestra población de estudio.

##### **4.5.1 Déficit de zinc**

Los niños y niñas de menor edad presentaron una prevalencia significativamente más baja de déficit de zinc (DZ) que los de mayor edad ( $p = 0,014$ ). No se encontraron diferencias por sexo.

La probabilidad de tener DZ fue menor entre quienes habían consumido carne (ORa: 0,22; IC95%: 0,06-0,83) y quienes consumieron legumbres (ORa: 0,37; IC 95%: 0,15-0,93) (tabla 20).

##### **4.5.2 Déficit de folato**

El déficit de folato (DF) fue significativamente más común en entornos urbanos que en rurales ( $p < 0,001$ ). La presencia de esplenomegalia se asoció significativa y positivamente con el DF ( $p < 0,05$ ), mientras que los menores con un episodio de fiebre en los 15 días anteriores a la encuesta presentaron DF con menor frecuencia que aquellos que no tuvieron fiebre ( $p =$



0,008). El consumo de grasas y/o aceites se asoció de forma inversa con el DF en nuestra población de estudio (tabla 20).

### 4.5.3 Déficit de vitamina A

Los menores en edad escolar que tuvieron fiebre en los 15 días anteriores a la encuesta tuvieron 1,51 veces (IC95%: 1,50-2,17) más probabilidades de tener déficit de vitamina A (DVA). Los niños y niñas que consumieron grasas y/o aceites en las 24 horas anteriores a la encuesta fueron significativamente menos propensos a tener DVA ( $p < 0,05$ ) (tabla 20).

**Tabla 20. Factores de riesgo para los déficits de micronutrientes más prevalentes entre los menores en edad escolar de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopia, mayo 2009**

Deficit	P valor	OR ajustada (IC 95%)	Bondad de ajuste del modelo
Déficit de zinc (12%)			
Sexo (niño)	0,485	1,19 (0,73-1,97)	R² Nagelkerke= 0,07; Hosmer-Lemeshow (sig)=0,129
Edad (años)	0,014	1,10 (1,02-1,19)	
Ámbito (rural)	0,079	2,33 (0,91-5,99)	
Consumo de legumbres	0,035	0,37 (0,15-0,93)	
Consumo de carne	0,025	0,22 (0,06-0,83)	
Índice de diversidad de dieta	0,067	1,42 (0,98-2,05)	
Déficit de folato (13,9%)			
Sexo (niño)	0,807	0,94 (0,56-1,58)	R² Nagelkerke= 0,12; Hosmer-Lemeshow (sig)=0,235
Edad (años)	0,365	1,04 (0,96-1,13)	
Ámbito (rural)	0,000	0,20 (0,10-0,43)	
Esplenomegalia	0,019	2,77 (1,19-6,48)	
Fiebre en los últimos 15 días	0,008	0,42 (0,22-0,80)	
Consumo de carne	0,067	0,43 (0,17-1,06)	
Consumo de grasas y/o aceites	0,036	0,53 (0,29-0,96)	
Déficit de vitamina A (29,3%)			
Sexo (niño)	0,285	1,21 (0,85-1,71)	R² Nagelkerke= 0,06; Hosmer-Lemeshow (sig)=0,693
Edad (años)	0,286	0,97 (0,92-1,03)	
Ámbito (rural)	0,162	1,49 (0,85-2,62)	
Fiebre en los últimos 15 días	0,025	1,51 (1,05-2,17)	
Consumo de carne	0,063	0,51 (0,25-1,04)	
Consumo de grasas y/o aceites	0,030	0,57 (0,35-0,95)	
Índice de diversidad de dieta	0,068	1,32 (0,98-1,79)	
Déficit de vitamina D (49%)			
Sexo (niño)	0,000	1,85 (1,32-2,60)	R² Nagelkerke= 0,18; Hosmer-Lemeshow (sig)=0,291
Edad (años)	0,001	1,09 (1,04-1,16)	
Ámbito (rural)	0,000	5,96 (3,74-9,49)	
Consumo de verduras no ricas en vitamina A	0,061	0,61 (0,36-1,02)	

#### 4.5.4 Déficit de vitamina D

La insuficiencia de vitamina D (IVD) fue significativamente más prevalente en niños que en niñas y en los menores más jóvenes ( $p < 0,001$ ). Los menores en edad escolar que vivían en zonas rurales fueron 5,95 (IC 95%: 3,74- 9,49) veces más propensos a sufrir de IVD que los que vivían en las comunidades urbanas (tabla 20).

#### 4.5.5 Anemia

La prevalencia de anemia fue significativamente mayor en zonas urbanas (39,5%) que en el medio rural (28,6%;  $p < 0,005$ ). La probabilidad de tener anemia fue casi 5 veces mayor en aquellos menores que presentaban esplenomegalia (OR: 4.91; IC95%: 2.47-9.75). El consumo de aceite se asoció inversamente con la anemia (OR: 0,58; IC95%: 0,35-0,95), es decir, resultó ser un factor protector.

No se encontró una asociación significativa entre la anemia y los niveles séricos de vitamina B12 y/o ácido fólico, mientras que la ferritina sérica se correlacionó positivamente con la presencia de anemia ( $p < 0,005$ ). (tabla 21).

Tabla 21. Factores de riesgo para anemia entre los menores en edad escolar de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopía, mayo 2009			
Deficit	P valor	ORa (IC 95%)	Bondad de ajuste del modelo
<b>Anemia (30,9%)</b>			
Sexo (niño)	0,465	1,16 (0,78-1,73)	R <sup>2</sup> Nagelkerke= 0,131; Hosmer-Lemeshow (sig)=0,671
Edad (años)	0,123	0,95 (0,89-1,01)	
Ámbito (rural)	0,037	0,58 (0,35-0,97)	
Esplenomegalia	0,000	4,91 (2,47-9,75)	
Consumo de grasas y/o aceites	0,032	0,58 (0,35-0,95)	
Niveles séricos de ferritina (µg/L)	0,000	1,01 (1,00-1,01)	

## 4.6 Objetivo 5: Hábitos y diversidad de dieta en menores en edad escolar

Como podemos observar en la tabla 22, los grupos de alimentos que más se consumieron durante las 24 horas anteriores a la encuesta fueron el grupo de cereales, raíces y tubérculos, el de legumbres y el de grasas y aceites. Los huevos, y las frutas y verduras apenas se consumieron. Al estudiar el consumo de alimentos según la zona de residencia, podemos apreciar como las legumbres son más consumidas en zonas rurales mientras que los menores que viven en entornos urbanos consumieron con más frecuencia frutas y verduras ricas en vitamina A, carnes y lácteos. Por ejemplo, el 18,1 % de los niños de zonas rurales refería haber consumido alimentos de origen animal el día anterior a la encuesta frente al 6,4 % de los menores procedentes del entorno urbano ( $p<0,001$ ). El 83,6 % y el 60,1% de los menores que vivían en zonas rurales y urbanas (respectivamente,  $p<0,001$ ) refirieron consumir 3 o menos grupos de alimentos en las últimas 24 horas.

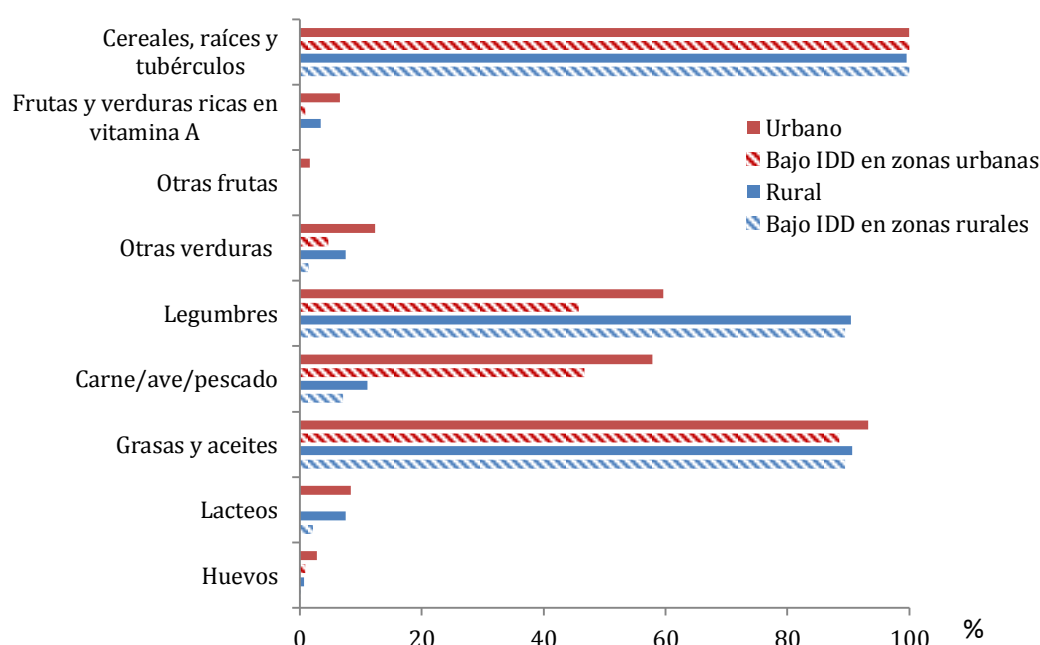
**Tabla 22 . Consumo de alimentos de los menores en edad escolar en las zonas rurales y urbanas de los distritos de Libo Kemkem y Fogera, Etiopía, mayo 2009**

VARIABLES	RURAL (n=711)		URBANO (n=178)		p valor
	No.	(%)	No.	(%)	
<b>Alimentos de origen animal</b>	129	18,1	114	64,0	<0,001
<b>Cereales, raíces y tubérculos</b>	708	99,6	178	100	0,511
<b>Frutas y verduras ricas en vitamina A</b>	24	3,4	11	6,2	0,071
<b>Otras frutas</b>	0	0	3	1,7	0,008
<b>Otras verduras</b>	53	7,5	22	12,4	0,029
<b>Legumbres</b>	643	90,4	106	59,6	<0,001
<b>Carne</b>	79	11,1	103	57,9	<0,001
<b>Grasas y aceite</b>	644	90,6	166	93,3	0,164
<b>Productos lácteos</b>	53	7,5	15	8,4	0,381
<b>Huevos</b>	5	0,7	5	2,8	0,032
<b>Tercil superior del IDD(&gt;4 grupos de alimentos)</b>	28	4,0	16	9,0	0,008
<b>Tercil inferior del IDD (<math>\leq</math> 3 grupos de alimentos)</b>	592	83,6	107	60,1	<0,001

La dieta de la población de estudio se componía fundamentalmente de cereales, tubérculos, legumbres y grasas y/o aceites. Los menores que vivían en entornos urbanos mostraron una dieta más diversificada (fig. 18).

Los cereales y las legumbres más comúnmente consumidos fueron el *teff*, el mijo y los garbanzos, aunque se observaron también diferencias según la zona de residencia. Por ejemplo, el mijo, el arroz, el maíz y los garbanzos fueron más frecuentemente consumidos en zonas rurales, mientras que el *teff*, el trigo, el *kotcho*, la patata, la *bula*, las habas y la *guaya* fueron más frecuentes en la dieta urbana. Ningún menor consumió pescado durante el día anterior a la encuesta. El consumo de carne fue significativamente mayor en zonas urbanas (tabla 23).

Figura 18. Porcentaje de niños en edad escolar (total y aquellos con bajo IDD) que consumen cada grupo de alimentos según la zona de residencia, mayo 2009, Libo Kemkem y Fogera, Etiopía.



Alrededor del 80% y el 60% de los escolares que vivían en localidades rurales y urbanas, respectivamente, tuvieron un bajo IDD, es decir, consumieron 3 o menos grupos de alimentos el día anterior a la encuesta. La ingesta de cereales, raíces y tubérculos fue común en todos los menores con bajo IDD. Los menores con bajo IDD que vivían en zonas rurales no consumieron ningún tipo de frutas o verduras, mientras que aquellos con bajo IDD que vivían en zonas urbanas no tomaron ninguna lácteo (fig. 18).

Tabla 23. Grupos y tipos de alimentos consumidos en zonas rurales y urbanas en mayo 2009 y en zonas rurales en diciembre 2009, Libo Kemkem y Fogera, Etiopia.					
Grupos y tipos de alimentos	Rural (n=708), mayo 2009 n(%)	Urbano (n=178) mayo 2009 n(%)	Rural vs. Urbano, mayo 2009, p-valor	Rural (n=516) dic 2009 n(%)	Rural (mayo 09) vs. Rural (dic 09), p-valor
<b>Grupo 1. Cereales, raíces y tubérculos</b>	<b>708(99.6)</b>	<b>178(100)</b>	<b>0.385</b>	<b>515(99.8)</b>	<b>0.873</b>
<i>Teff</i>	464(65,5)	160(89,9)	<0,001	375(72,8)	0,095
Mijo	470(66,4)	47(26,4)	<0,001	175(34)	<0,001
Arroz	262(37)	44(24,7)	0,002	242(47)	<0,001
Maiz	235(33,1)	36(20,2)	0,001	184(35,7)	0,403
<i>Malat</i>	104(14,6)	10(5,6)	0,001	72(14)	0,197
Trigo	69(9,8)	46(25,8)	<0,001	11(2,1)	<0,001
<i>Kotcho</i>	58(8,2)	26(14,6)	0,009	29(5,6)	0,106
Patata	17(2,4)	10(5,6)	0,025	8(1,6)	0,404
<i>Bula</i>	40(5,6)	40(22,5)	0,001	–	–
Pan	1(0,1)	1(0,6)	0,289	12(2,3)	<0,001
Sorgo	24(3,4)	–	–	1(0,2)	<0,001
<b>Grupo 2. Frutas y verduras ricas en vit A</b>	<b>24 (3,4)</b>	<b>11 (6,2)</b>	<b>0,085</b>	<b>1(0,2)</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Grupo 3. Otras frutas</b>	<b>–</b>	<b>3 (1,7)</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
<b>Grupo 4. Otras verduras</b>	<b>53(7,5)</b>	<b>22(12,4)</b>	<b>0,035</b>	<b>93(18)</b>	<b>&lt;0,001</b>
Pimiento rojo	21(2,9)	5(2,8)	0,918	71(13,8)	<0,001
Tomate	13(1,8)	13(7,3)	<0,001	17(3,3)	0,149
Pimiento verde	12(1,7)	1(0,6)	0,263	10(1,9)	0,921
Col	2(3,8)	3(13,6)	0,025	–	–
<b>Grupo 5. Legumbres</b>	<b>643(90,4)</b>	<b>106(57,6)</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>486(94,2)</b>	<b>0,039</b>
Garbanzos	522(73,4)	51(28,7)	<0,001	423 (82)	<0,001
Habas	33(4,7)	42(23,6)	<0,001	39 (7,6)	0,117
<i>Guaya</i>	9 (5,1)	254 (35,7)	<0,001	106 (20,5)	0,022
Lentejas	15 (2,1)	4 (2,2)	0,910	38 (7,4)	0,526
<b>Grupo 6. Carne</b>	<b>79(11,1)</b>	<b>103(57,9)</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>6(1,2)</b>	<b>&lt;0,001</b>
Cabra	26(3,7)	53(29,8)	<0,001	–	–
Ternera	36(5,1)	17 (9,6)	0,024	–	–
Pollo	8(1,1)	15(8,4)	<0,001	–	–
Oveja	5(0,7)	15(14,6)	<0,001	2(0,4)	0,733
<b>Grupo 7. Grasas y aceites</b>	<b>644(90,6)</b>	<b>166(93,3)</b>	<b>0,261</b>	<b>354(68,6)</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Group 8. Lacteos</b>	<b>53(7,5)</b>	<b>15(8,4)</b>	<b>0,390</b>	<b>97(18,8)</b>	<b>&lt;0,001</b>
Leche	44(6,2)	10(5,6)	0,776	86(16,7)	<0,001
Mantequilla	2(0,3)	5(2,8)	0,001	7(1,4)	0,067
<i>Ayib</i>	1(0,1)	–	–	1(0,2)	0,178
Leche de vaca	3(0,4)	–	–	12(2,3)	0,006
<i>Ergo</i>	–	2(1,1)	–	2(0,4)	–
<b>Grupo 9. Huevos</b>	<b>5(0,7)</b>	<b>5(2,8)</b>	<b>0,017</b>	<b>–</b>	<b>–</b>

En zonas rurales, la ingesta de los distintos grupos de alimentos varió según la estación del año. Mientras que el consumo de carne y grasas y aceites disminuyó significativamente ( $p < 0,001$ ) después de la cosecha (en diciembre), el consumo de legumbres y otras verduras (no ricas en vitamina A), y productos lácteos aumentó (de 90,4%, 7,5% y 7,5% a 94,2%, 18% y 18,8%, respectivamente). Asimismo, se encontraron diferencias estacionales en los tipos de alimentos incluidos en cada grupo (tabla 21). En la temporada después de la cosecha la media para IDD fue menor que en mayo (3,01 frente a 3,18 grupos de alimentos consumidos el día anterior a la encuesta).

#### **4.7 Objetivo 6. Factores asociados con baja diversidad de dieta en zonas rurales y urbanas.**

Respecto a los factores asociados a un bajo IDD, en las zonas rurales tener un CC hombre y mayor de 40 años aumentaba la probabilidad de que el menor consumiera tres o menos grupos de alimentos (OR: 1,91; IC 95%: 1,00-3,65; y OR: 1,56; IC95%: 1,02- 2,38, respectivamente). En la encuesta de diciembre, realizada tras la cosecha, se observó una relación significativa entre los índices socio-económico y socio-educativo del hogar y pertenecer al tercil más bajo del IDD. En concreto, los niños y niñas que vivían en hogares con un ISE medio o bajo tenían mayor probabilidad de presentar un IDD bajo que aquellos que vivían en hogares con ISE alto (50% y 66%, respectivamente, frente al 71% en el nivel alto SES). Por el contrario, fue más común encontrar un IDD bajo en los menores que pertenecían a familias con mayor nivel socio-educativo en comparación con el nivel de ISED más bajo (OR: 2,20; IC95%: 1.13-4.26).

La única variable asociada con un bajo índice de diversidad de dieta en el entorno urbano fue el nivel socio-educativo del hogar; un bajo IDD fue casi tres veces menos común en los escolares de familias que tenían un alto ISED en comparación con aquellos con el nivel más bajo de ISED (OR: 0,36; IC 95%: 0,19- 0,71, tabla 24).

Tabla 24. Tercil bajo del índice de diversidad de dieta (≤3 grupos de alimentos) en escolares según zona de residencia, Libo Kemkem y Fogera, mayo-diciembre 2009.										
VARIABLES		Rural mayo 2009 (n=711)			Urbano mayo 2009 (n=178)			Rural diciembre 2009 (n=516)		
		n (%)TBIDD	OR (95%CI)	OR ajustada (95%CI)	n (%)TBIDD	OR (95%CI)	OR ajustada (95%CI)	n (%)TBIDD	OR (95%CI)	OR ajustada (95%CI)
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES										
Sexo	Niña	337 (83,7)	0,91 (0,61-1,36)	-	88 (64,7)	0,68 (0,37-1,24)	-	256 (85,2)	0,77 (0,48-1,22)	-
	Niño	371 (83,0)			90 (55,6)			259 (81,5)		
Edad	<10 años	435 (82,5)	1,23 (0,81-1,87)	-	113 (61,1)	0,90 (0,48-1,67)	-	315 (83,2)	1,02 (0,64-1,65)	-
	≥10 años	273 (85,3)			65(58,5)			200 (83,5)		
CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR										
Sexo del CC	Mujer	52 (71,2)	2,23 (1,18-4,21)**	1,91 (1,00-3,65)**	75 (69,3)	0,51 (0,27-0,95)**	0,63 (0,32-1,22)	25 (67,6)	2,62 (1,26-5,45)**	2,74 (1,27-5,90)**
	Hombre	656 (84,6)			103 (53,4)			404 (84,5)		
Edad del CC	≤40	353 (79,9)	1,58 (1,04-2,39)**	1,56 (1,02-2,38)**	111 (57,7)	1,26 (0,67-2,35)	-	215 (81,1)	1,35 (0,85-2,16)	-
	> 40	350 (87,1)			65 (63,1)			209 (85,3)		
Religión	Ortodoxa	703 (83,6)	0,78 (0,09-7,06)	-	147 (59,9)	1,06 (0,48-2,35)	-	425 (83,3)	0,80 (0,09-7,25)	-
	Otra	5 (80)			31 (61,3)			4 (80)		
Nº personas en hogar	≤6	381 (81,9)	1,31 (0,87-1,96)	-	141 (63,8)	0,48 (0,23-1,00)**	0,73 (0,33-1,62)	233 (81,8)	1,28 (0,80-2,05)	-
	> 6	325 (85,5)			37 (45,9)			195 (85,2)		
Nº menores en hogar	≤ 3	517 (82,4)	1,42 (0,89-2,29)*	1,28 (0,77-2,03)	168 (61,3)	0,51 (0,13-1,95)		306 (82,9)	1,10 (0,65-1,85)	-
	> 3	191 (86,9)			9 (44,4)			123 (84,2)		
INDICES SOCIO-ECONOMICOS DEL HOGAR										
Socio-económico	Bajo	236 (84,3)	1	-	51 (70,6)	1	1	137 (86,7)	1	1
	Medio	235 (83)	0,91 (0,56-1,48)		47 (66)	0,81 (0,34-1,89)	0,89 (0,37-2,15)	150 (84,3)	0,82 (0,45-1,51)	0,75 (0,40-1,41)
	Alto	237 (83,5)	0,94 (0,58-1,54)		80 (50)	0,42 (0,20-0,88)**	0,61 (0,27-1,38)	142 (79,3)	0,59 (0,33-1,06)*	0,46 (0,25-0,85)**
Socio-educativo	Bajo	388 (82)	1	-	76 (72,4)	1	1	225 (80,1)	1	1
	Medio	163 (84)	1,16 (0,71-1,90)		26 (57,7)	0,52 (0,21-1,32)	0,61 (0,24-1,60)	94 (84,7)	1,38 (0,76-2,49)	1,28 (0,70-2,36)
	Alto	157 (87,3)	1,51 (0,88-2,57)		76 (48,7)	0,36 (0,19-0,71)**	0,41(0,2-0,83)**	110 (89,4)	2,11 (1,11-4,01)**	2,20 (1,13-4,26)**
Índice de recursos comunitarios	Bajo	247 (81,4)	1	-	38 (55,3)	1	-	173 (81,6)	1	-
	Medio	176 (84,1)	1,21 (0,72-2,03)		106(59,4)	1,19 (0,56-2,51)		87 (82,9)	1,09 (0,59-2,02)	
	Alto	285 (85,3)	1,32 (0,84-2,09)		34 (67,6)	1,69 (0,65-4,43)		169 (85,4)	1,31 (0,78-2,22)	
Bondad de ajuste		R² Nagelkerke: 0,027; Test Hosmer y Lemeshow p>0,05			R² Nagelkerke: 0,099; Test Hosmer y Lemeshow p>0,05			R² Nagelkerke: 0,087; Test Hosmer y Lemeshow p>0,05		
* p<0,10; **p<0,05;										

#### **4.8 Objetivo 7. Consumo de alimentos de origen animal en ámbito rural y urbano, y factores asociados.**

El porcentaje de niños y niñas que consumieron alimentos de origen animal (AOA) fue significativamente mayor en las zonas urbanas que en las zonas rurales (64 % vs. 18,1 %, respectivamente;  $p < 0,001$ ) (tabla 25).

En la encuesta realizada en las zonas rurales en el período de mayor escasez (mayo 2009), se observó que los niños consumían más AOA que las niñas en este ámbito (ORa: 1,73; IC95 %: 1,14-2,62). Además, el consumo de AOA era casi dos veces más común en los hogares con un ISE medio o alto que en aquellas casas con bajo ISE (ORa: 1,75; IC95 %: 1,06-2,89 y ORa: 1,81; IC95 %: 1,05-3,11, respectivamente). Por otro lado, vivir en un hogar cuyo cabeza de familia tenía más de 40 años o donde convivían más de 3 hijos hacia que la probabilidad del menor de consumir AOA el día anterior a la encuesta disminuyera (ORa: 0,46; IC 95 % : 0,29-0,72 y ORa: 0,47; IC 95 %: 0,27- 0,83, respectivamente). En la encuesta realizada en diciembre (tras la cosecha) en este mismo ámbito rural, solo la edad del CC mostro asociación con el consumo de AOA por parte del menor, en la misma dirección que en la encuesta anterior.

En la zona urbana, si el hogar donde vivía el menor tenía un nivel socioeconómico medio o alto (ORa: 2,27; IC 95 %: 0,87-5,95 y ORa: 7,56; IC 95 %: 2,79-20,47, respectivamente) o un nivel socio-educativo medio o alto (ORa: 5,66; IC 95 % : 1,35-23,75 y ORa: 2,87; IC 95 %: 1,16- 7,08), comparados ambos con el tercil más bajo, el niño o niña tenía mayor probabilidad de haber consumido alimentos de origen animal el día anterior a la encuesta. Por el contrario, vivir en un hogar con más de 3 hijos, y un mayor IRC mostraron una asociación negativa con el consumo de AOA (tabla 25).



Tabla 25. Consumo de alimentos de origen animal en escolares segun zona de residencia, Libo Kemkem y Fogera, mayo-diciembre 2009.											
VARIABLES		Rural Mayo 2009 (n=711)			Urbano Mayo 2009 (n=178)			Rural Diciembre 2009 (n=516)			
		n	(%)TBIDD	OR (95%CI)	ORajustada (95%CI)	n	(%)TBIDD	OR (95%CI)	ORajustada (95%CI)	n	(%)TBIDD
CARACTERISTICAS INDIVIDUALES											
Sexo	Niña	51 (15)	1,50 (1,02-2,21)**	1,73 (1,14-2,62)**	57 (64,8)	0,94 (0,51-1,73)	-	44 (17,2)	1,38 (0,89-2,14)	-	
	Niño	78 (21)			57 (63,3)			58 (22,3)			
Edad	<10	81 (18,6)	0,93 (0,63-1,37)	-	74 (65,5)	0,84 (0,45-1,59)	-	71 (21,5)	0,74 (0,46-1,18)	-	
	>=10	48 (17,5)			40 (61,5)			31 (16,8)			
CARACTERISTICAS DEL HOGAR											
Sexo del CC	Mujer	17 (32,7)	0,42 (0,23-0,78)**	0,69 (0,35 -1,36)	77 (74,8)	3,04 (1,61-5,74)**	2,09 (0,91- 4,80)*	7 (18,9)	1,06 (0,45-2,49)	-	
	Hombre	112 (17)			37 (49,3)			95 (19,8)			
Edad del CC	<=40	79 (22,3)	0,57 (0,38-0,84)**	0,46 (0,29- 0,72)**	72 (64,9)	0,99 (0,52-1,88)	-	63 (23,7)	0,61 (0,39-0,95)**	0,61 (0,39-0,95)**	
	> 40	49 (14)			42 (64,6)			39 (15,9)			
Religión	Ortodox a	128 (18,1)	1,13 (0,13-10,19)	-	99 (67,3)	0,46 (0,21-0,99)**	0,95 (0,32-2,83)	102 (20)	-	-	
	Otra	1 (20)			15 (48,4)			0 (0)			
Nº personas en hogar	<=6	73 (19,1)	0,88 (0,60-1,29)	-	83 (58,9)	3,61 (1,42-9,21)**	1,24 (0,39- 3,91)	55 (19,2)	1,06 (0,68-1,63)	-	
	> 6	56 (17,2)			31 (83,8)			46 (20,1)			
Nº menores en hogar	<= 3	110 (21,2)	0,41 (0,24-0,69)**	0,47 (0,27-0,83)**	111 (66,1)	0,15 (0,03-0,73)**	0,11 (0,02-0,68)**	70 (19)	1,19 (0,74-1,90)	-	
	> 3	19 (9,9)			2 (22,2)			32 (21,8)			
INDICES SOCIO-ECONOMICOS DEL HOGAR											
Socio-económico	Bajo	37 (15,5)	1	1	19 (37,3)	1	1	30 (18,9)	1	-	
	Medio	51 (21,6)	1,50 (0,94-2,39)*	1,75 (1,06-2,89)**	27 (57,4)	2,27 (1,01-5,11)**	2,27 (0,87-5,95)*	39 (21,9)	1,21 (0,71-2,06)		
	Alto	41 (17,3)	1,14 (0,70-1,85)	1,81 (1,05-3,11)**	68 (85)	9,54 (4,14-22,02)**	7,56 (2,79-20,47)**	33 (18,4)	0,97 (0,56-1,68)		
Socio-educativo	Bajo	88 (22,6)	1	1	30 (39,5)	1	1	49 (17,4)	1	-	
	Medio	21 (12,8)	0,50 (0,30-0,84)**	0,47 (0,27-0,80)**	23 (88,5)	11,76 (3,24-42,62)**	5,66 (1,35-23,75)**	25 (22,3)	1,36 (0,79-2,34)		
	Alto	20 (12,7)	0,50 (0,30-0,85)**	0,40 (0,22-0,73)**	61 (80,3)	6,24 (3,01-12,92)**	2,87 (1,16-7,08)**	28 (22,8)	1,40 (0,83-2,35)		
Indice de recursos comunitarios	Bajo	65 (26,3)	1	1	29 (76,3)	1	1	42 (19,8)	1	-	
	Medio	27 (15,3)	0,50 (0,31-0,83)**	0,42(0,25-0,72)**	58 (54,7)	0,38 (0,16-0,87)**	0,35 (0,13-0,95)**	20 (19)	0,95 (0,53-1,72)		
	Alto	37 (12,9)	0,41 (0,27-0,65)**	0,37 (0,23-0,60)**	27 (79,4)	1,20 (0,39-3,66)	1,24 (0,33-4,67)	40 (20,1)	1,02 (0,63_1,65)		
Bondad de ajuste		R² Nagelkerke:0,139; Test Hosmer y Lemeshow p>0,05			R² Nagelkerke:0,457; Test Hosmer y Lemeshow p>0,05			R² Nagelkerke:0,015; Test Hosmer-Lemeshow p>0,05			
* p<0.10; **p<0.05;											

## **5 Discusión**

La presente tesis doctoral muestra los resultados de una investigación epidemiológica llevada a cabo con el fin de clarificar algunos aspectos poco estudiados respecto a la malnutrición infantil en edad escolar en una región particular de Etiopía. A continuación, discutimos los resultados principales para después ir argumentando, objetivo a objetivo y de forma más detallada, los principales resultados obtenidos en esta investigación.

### **5.1 Prevalencia de la desnutrición crónica y aguda en menores en edad escolar.**

En la zona del estudio se encontró una elevada prevalencia de desnutrición crónica (39,8%) y de aguda (21,4%) entre los niños en edad escolar de los distritos de Libo Kemkem y Fogera.

Las medias de las puntuaciones z para la altura por edad y el IMC por edad de los menores en edad escolar que participaron en nuestro estudio estaban por debajo de las referencias de la OMS [22], y más de la mitad presentaba algún tipo de desnutrición (51,2%). Además, la prevalencia de ambos tipos de malnutrición (MA y MC) fue significativamente mayor en las comunidades rurales que en las urbanas. Estas desigualdades entre zonas rurales y urbanas han sido previamente documentadas en otras zonas de África [60,62], aunque no en esta zona en particular para población en edad escolar.

La prevalencia de MC fue significativamente mayor en las zonas rurales (42,7% vs. 29,2%). Estos resultados fueron similares a los observados en otros países en desarrollo [113]. Varios factores intermedios y distales como el consumo de alimentos de origen animal y el tamaño de la familia se asociaron con ambos tipos de desnutrición en zonas rurales y urbanas. Otros determinantes, como los años de asistencia a la escuela de la persona responsable de la preparación de la comida o el consumo de productos

provenientes de los animales domésticos del hogar no se relacionaron de igual forma con los distintos tipos de desnutrición (MC y MA), tal como se describe más adelante.

También observamos que la probabilidad de que un menor estuviera desnutrido aumentaba con la edad. Las diferencias por grupos de edad fueron significativas en ambos estratos (rural y urbano), tanto para MC como para MA. Esto nos lleva a pensar que las características socioeconómicas del hogar, en interacción con factores conductuales y biológicos, van cobrando mayor relevancia como factores de riesgo de malnutrición a medida que el niño o niña crece [114].

La prevalencia de malnutrición crónica en las zonas rurales de Libo Kemkem y Fogera fue mayor (42,7%) que la encontrada en un estudio realizado por Mekonnen et al. en el mismo grupo de edad en los entornos rurales de Fogera en 2012 (30,7%) [115]. Nuestro estudio se llevó a cabo en 2009, lo que puede explicar en parte esta diferencia; puede que las condiciones locales hayan mejorado, aunque esta explicación parece poco plausible dado el corto periodo de tiempo transcurrido entre ambos estudios. Otra razón podría ser la existencia de diferencias en las características de la población de estudio. Así, mientras en el estudio realizado en Fogera los menores tenían que estar escolarizados para formar parte del mismo (ya que la población de estudio se captó en las escuelas), en nuestro estudio los menores fueron visitados y encuestados directamente en sus hogares. Al incluir solo menores escolarizados, Mekonnen et al. pudieron incurrir en un sesgo del “trabajador” sano, que implicaba seleccionar a niños con mejores condiciones de base, ya que eran niños que tenían acceso a la escuela y que tenían un adecuado estado de salud para poder asistir a ella. También tenemos que tener presente que, en nuestro estudio, seleccionamos los sub-distritos con mayor incidencia de leishmaniasis visceral, una característica que puede estar asociada con menos recursos y peor estado de salud en los menores. Respecto a la prevalencia de MC en el área urbana (29,2%), no pudimos compararla con datos que fueran similares debido a la falta de investigación

en este grupo de edad (escolares), en este tipo de contexto (urbano) y en esta zona del país, siendo nuestros resultados, por tanto, noveles para la zona.

La prevalencia de la desnutrición aguda o delgadez fue similar entre la población urbana y rural estudiada (20,8% y 21,6 % respectivamente) y consistente con la media nacional para este grupo de edad (23,1%) [116].

## **5.2 Factores asociados con la desnutrición crónica y aguda en ámbito rural y urbano.**

### **5.2.1 Factores asociados con la desnutrición crónica en zonas rurales**

Los factores que encontramos asociados a la MC en las zonas rurales fueron: el grupo de edad, tener fiebre en los últimos 15 días, el pastoreo del ganado, el consumo de cualquier alimento de origen animal, el sexo de la cabeza de familia, el tamaño de la familia, el cultivo de mijo y el consumo de productos del ganado doméstico.

Los niños que presentaron fiebre en los 15 días anteriores a la encuesta tuvieron al menos 1,5 veces más probabilidades de presentar MC. La infección y la malnutrición están estrechamente vinculados a través de diversos tipos de interacciones, tanto sinérgicas como antagónicas [117,118]. Aunque nuestro área de estudio presenta habitualmente bajos niveles de endemicidad de malaria y leishmaniasis [119,120], otras infecciones específicas asociadas a la desnutrición (como infestaciones parasitarias crónicas) son altamente prevalentes [121,122]. Las enfermedades infecciosas que se manifiestan en forma de fiebre pueden afectar tanto a la ingesta como a las necesidades energéticas y a la utilización de los alimentos por parte del organismo, lo que a su vez afecta el crecimiento del menor [117]. No tener datos específicos sobre las posibles enfermedades infecciosas que pudiera tener el niño durante la realización de este estudio es una limitación, y

asumimos que el uso de la fiebre como proxy de infección es limitado. Por otra parte, no hay que olvidar que tener MC puede ser *per se* una causa de inmunosupresión y de fiebre intermitente en la infancia [123].

Los menores que pastoreaban el ganado fueron menos propensos a tener MC. Esto podría deberse a que aquellos niños y niñas que refirieron esta conducta fueron también los que mejor estado de salud tenían. De hecho, sabemos que los menores con MC muestran diferencias en el comportamiento, tales como apatía y reducción de actividades como el juego, respecto a niños no malnutridos [42].

Los niños que habían consumido alimentos de origen animal el día anterior y/o que vivían en hogares en los que se consumían los productos del ganado doméstico tenían menos probabilidades de presentar MC. Aunque la mayoría de las familias encuestadas en zona rural poseían tierra y animales (97,6% y 96,3%, respectivamente), observamos que el consumo de productos propios no era tan común. De hecho, sólo un 18,1% de los menores en edad escolar referían haber comido algún producto de origen animal en las últimas 24 horas, mientras que el 99,6% y 90,4% habían consumido cereales y legumbres, respectivamente. La asociación entre bajo consumo de alimentos de origen animal y el retraso del crecimiento ha sido descrita en otros contextos y justificada por la relación que el consumo de este tipo de productos tiene con la diversidad de la dieta y con la inadecuada ingesta de micronutrientes [124,125]. En Etiopía, el problema del bajo consumo de productos de origen animal en el hogar es un problema de especial relevancia por diversos factores [101] que se discutirán más adelante.

Por último, los menores en edad escolar que vivían en hogares donde se cultivaba mijo tuvieron una menor probabilidad de tener MC. El mijo es un cereal muy rico en energía. Además, este tipo de grano puede soportar cambios bruscos de temperatura, su crecimiento es rápido y tiene una alta resistencia contra plagas, por lo que, aunque se utiliza muy poco en occidente,

en continentes como África o Asia constituye una fuente esencial de alimentación [126].

### **5.2.2 Factores asociados con la desnutrición crónica en zonas urbanas**

En las zonas urbanas, el grupo de edad al que pertenece el menor (<10 años o  $\geq 10$  años) y los años de asistencia a la escuela de la persona responsable de la preparación de la comida (PRPC) fueron los factores que mostraron una asociación significativa con la prevalencia de MC. Ya observamos con anterioridad que la probabilidad de que un menor estuviera malnutrido (tanto MC como MA) en ambos estratos (rural y urbano), aumentaba con la edad, y que este aumento podría estar relacionado con que factores exógenos como las características sociodemográficas de las familia, en este caso el nivel educativo de la PRPC, cobraran mayor relevancia como factores de riesgo de malnutrición a medida que el niño o niña crece. Además, en el caso de la MC es consistente con su propia naturaleza, ya que es un tipo de malnutrición resultado de un proceso acumulativo a lo largo del tiempo. El nivel educativo de la PRPC puede influir indirectamente en el estado nutricional de los niños y niñas en edad escolar determinando la dieta, el tipo de cuidado en salud y el propio ambiente físico donde crece el menor [127]. Además, el nivel educativo de la PRPC puede tener un impacto positivo en sus conocimientos sobre manipulación de alimentos, control de la contaminación, el tiempo y los parámetros de temperatura para el control de patógenos, y las buenas prácticas alimentarias en general [128].

### **5.2.3 Factores asociados con la desnutrición aguda en zonas rurales**

En el medio rural, tener más de 10 años, un cabeza de familia hombre y un mayor número de niños cohabitando en la misma casa se asociaron con la presencia de malnutrición aguda o delgadez, mientras que la práctica del cultivo de arroz resultó ser un factor “protector” frente a MA. En relación a la relación positiva entre el número de niños en el hogar y la prevalencia de MA: a mayor número de menores en la vivienda, mayor probabilidad tenía el niño o la niña de presentar malnutrición aguda. Esto podría ser debido al desequilibrio entre el tamaño de la familia y la cantidad de recursos con los que cuenta el hogar [129].

Aquellos menores cuyas familias cultivaban arroz eran menos propensos a padecer desnutrición aguda. En esta zona particular de Amhara, la producción de arroz podría estar actuando como un proxy para mejor nivel socioeconómico, ya que el cultivo de arroz, a pesar de ser relativamente reciente, constituye uno de los principales cultivos comerciales de la zona [10].

### **5.2.4 Factores asociados con la desnutrición aguda en zonas urbanas**

En las zonas urbanas, los niños y las niñas cuyo CC sabía leer y escribir presentaron desnutrición aguda 4 veces menos frecuentemente que los que vivían en casas lideradas por CC analfabetos. Algunos estudios han demostrado que la educación de los padres se asocia con una gestión más eficiente de los recursos familiares, especialmente cuando estos son limitados, una mejor utilización de los servicios de salud disponibles, y mayor frecuencia de comportamientos que promueven la salud, lo que se asocia a su vez con una mejor nutrición infantil [130,131]. Este resultado es además similar a lo que hemos observado previamente para MC y los años de escolarización del PRPC,



también en el entorno urbano. Por último, el consumo de algún alimento de origen animal resultó ser un factor protector frente a la MA en este contexto. Esta asociación ha sido documentada previamente en hogares de zonas rurales [101] y en adolescentes de la región de Jimma en Etiopía [132].

#### **5.2.5 Factores asociados a MC y a MA: ¿en que varían?**

Encontramos diferencias claras entre los factores de riesgo asociados a MC y aquellos relacionados con MA en nuestra población de estudio. En nuestro estudio, los factores de riesgo asociados a la malnutrición crónica abarcaron una amplia gama de variables. El patrón relativamente consistente de factores relacionados con la MC sugiere que la exposición continuada a condiciones adversas retarda el crecimiento lineal de los niños. Por el contrario, la mayor diversidad observada en los factores asociados con la MA es consistente con el hecho de que la exposición, en un periodo relativamente corto, a determinados factores de riesgo puede precipitar su aparición en niños [114].

En las comunidades rurales, los niños y niñas que vivían en hogares con CC hombres eran más propensos a presentar MA que los que vivían en hogares con CC mujeres, mientras que la MC fue significativamente más frecuente en los hogares en los que el CC era mujer. Estos resultados son consistentes con el estudio realizado en el norte de Etiopía por Haidar et al [133]. Este estudio encontró una proporción significativamente mayor de niños en edad preescolar con MC y bajo peso en los hogares con CC mujer, mientras que la prevalencia de la MA fue similar. En este contexto, las mujeres que son CC, y probablemente en solitario, seguramente se enfrenten a una situación social compleja por la falta de apoyo y las limitaciones en el acceso a los servicios y otros recursos, incluidos los alimentos, como consecuencia de la inseguridad, la discriminación cultural y la movilidad limitada [133,134].

Creemos que esta situación puede tener un impacto a largo plazo en la nutrición infantil.

Por otro lado, encontramos importantes diferencias entre las zonas rurales y las zonas urbanas, no sólo en cuanto a cifras de prevalencia de desnutrición, sino también en relación a los factores asociados a ambos tipos de desnutrición. Etiopía sigue siendo uno de los países menos urbanizados del mundo [102], y sabemos que, a nivel mundial, la desnutrición es menos común en las zonas urbanas [52,135]. En nuestro estudio, mientras que la desnutrición en las comunidades rurales se asoció con los hábitos alimentarios y la falta de recursos materiales, en las zonas urbanas resultó estar más asociada a factores sociodemográficos, por ejemplo al nivel educativo del CC o de la PRPC. Estas desigualdades entre zonas rurales y urbanas han sido descritas en otros países africanos, y con frecuencia son debidas a la asignación desigual de recursos entre ambos entornos [136]. Nuestros resultados ponen de manifiesto la necesidad de estratificar los datos entre comunidades rurales y urbanas cuando se hace investigación nutricional en este tipo de contexto.

### **5.3 Prevalencia de déficit de micronutrientes y anemia en menores en edad escolar.**

Más de la mitad de los menores en edad escolar de nuestro estudio presentaban al menos un déficit de micronutriente y el 21,4% tenían dos o más deficiencias de micronutrientes. La prevalencia de DM varió ampliamente por micronutriente: desde un mínimo de 1,3% para la vitamina B12 a un máximo de 49% para la insuficiencia de vitamina D. Es importante tener presente que hemos analizado una selección de micronutrientes, exhaustiva pero no completa. Es decir, carecemos de datos de algunos micronutrientes que son relevantes desde una perspectiva de salud pública (por ejemplo, el yodo). Por ello, no es posible comparar la prevalencia global de déficits de

micronutrientes encontrada en nuestro estudio con la de otras investigaciones, ya que difícilmente habrá coincidencia al 100% en el tipo de micronutrientes analizados.

La concentración sérica media de cobre en la población estudiada fue  $135,60 \pm 28,20$  mg/dl, valor inferior al encontrado por Amare et al. ( $191,30 \pm 50,17$  mg/dl) en una investigación realizada en la ciudad de Gondar, también en la región de Amhara, en 100 menores en edad escolar [122]. Esta diferencia puede ser parcialmente explicada por la falta de comunidades rurales en la muestra de Gondar, teniendo en cuenta que las disparidades urbano-rurales en los niveles de este micronutriente han sido previamente descritas en la literatura [137]. Por otra parte, en el estudio de Gondar solo se incluyeron los niños y niñas que asistían a la escuela, mientras que en nuestro estudio consideramos a todos los menores en edad escolar de los distritos estudiados, independientemente de si acudían o no a la escuela, evitando un sesgo de selección del niño sano. Además, creemos que el niño que va a la escuela no solo tiene mayor probabilidad de estar sano, sino que también el hecho de que tenga acceso a una escuela puede estar relacionado con condiciones socioeconómicas y del medio más favorables. En otra investigación, también llevada a cabo en la zona de Gondar pero con mujeres no embarazadas en lugar de niños [138], se encontró un menor nivel promedio de cobre ( $146,8 \pm 49,4$ ), que fue más parecido a nuestro resultado, aunque el grupo de estudio fue diferente y los resultados, por lo tanto, no son comparables.

El nivel medio de ferritina sérica en nuestro estudio fue de  $64,39 \pm 51,75$  mg/L, con una desviación estándar bastante elevada a pesar de que ningún valor atípico fue identificado en la muestra. Es común encontrar en la literatura este tipo de rango tan amplio para este parámetro; en un estudio llevado a cabo en una ciudad de Nigeria, también en menores en edad escolar (de 5 a 12 años), Adebara et al. encontraron un nivel medio de ferritina sérica de  $77,6 \pm 32,6$  mg/L, con una prevalencia de DFe de 3,7%, resultados que están en consonancia con el nuestro [38].

También encontramos una alta DE en el caso de la vitamina B12 ( $405,36 \pm 166,43$  pmol/L). Una alta DE, una vez descartadas puntuaciones atípicas, indica que tenemos un amplio rango de valores, lo que en el caso de la vit B12 está en consonancia con los resultados de una encuesta realizada en varios países [32]. Respecto a la media obtenida, en la literatura las concentraciones séricas de vitamina B12 oscilan entre los 100 pmol/L en hombres cubanos [139] a los 779 pmol/L en mujeres coreanas no embarazadas [140]. En estos y otros estudios no sólo los grupos estudiados son distintos, también las técnicas de laboratorio empleadas [32]. En consecuencia, creemos que es difícil comparar nuestros resultados con los estudios identificados en la literatura.

En cuanto a la vitamina C, obtuvimos una concentración sérica media inferior ( $32 \pm 12,8$  µmol) a la media norteamericana para niños mayores de 6 años ( $51,4 \pm 3$  mmol), que era nuestro estudio de referencia para este DM en particular (a falta de estudios realizados en menores en el contexto africano). Sin embargo, la tasa de deficiencia fue mayor en el estudio norteamericano que en el nuestro (7,1% vs 4%) [37]. Este hecho pone de manifiesto la importancia de los puntos de corte para identificar los DM (y la falta de acuerdo para la mayoría de ellos) así como la importancia de, más allá de dar una cifra de déficit, mostrar también las medidas de tendencia central y dispersión cuando trabajamos con micronutrientes.

La concentración sérica media de zinc en nuestra población fue de  $86,89 \pm 19,63$  mg / dl, similar a la encontrada por Amare et al. ( $86,40 \pm 42,40$  mg /dl) en niños y niñas en edad escolar en el Noroeste de Etiopía [58], aunque nuestra prevalencia de DZ fue considerablemente inferior (12,5 % vs 47 %). Esto se debe a los diferentes valores empleados como puntos de corte para definir el déficit de zinc en ambos estudios: mientras nosotros utilizamos el propuesto por el Grupo Consultor Internacional en Zinc y Nutrición (IZiNCG en inglés, tabla 4 [107]), Amare utiliza el valor propuesto por Sauberlich (< 75 mg/dL para todas las edades) en el libro "Revisión sobre Métodos de laboratorio para la evaluación del estado nutricional" [141]. Esto viene a

subrayar nuevamente la importancia de tener valores de corte acordados internacionalmente para los DM; sin estos acuerdos resulta muy difícil explorar y explicar las diferencias entre distintos estudios.

Respecto al folato sérico, el nivel medio fue de  $17,11 \pm 7,35$  nmol/L y 13,9% de los niños y niñas en edad escolar encuestados tenían DF. Esta deficiencia se ha descrito en África occidental y África meridional como una complicación frecuente de la desnutrición proteico-energética [142]. En una reciente revisión de la literatura de la OMS se reconoció la falta de niveles de referencia universalmente aceptados para definir el DF como un problema de salud pública, concluyendo que existe una necesidad de consenso internacional sobre esta cuestión [33]. Nosotros decidimos utilizar el valor de corte propuesto en esta revisión. Como vimos anteriormente para otros micronutrientes, la mayoría de estudios sobre el ácido fólico que se han llevado a cabo hasta la fecha se han realizado en adultos, sobre todo en mujeres embarazadas [143,144]. Por lo tanto, no podemos comparar nuestros resultados a los de otras investigaciones, aunque si consideramos que precisamente por este hecho tienen un valor especial, ya que pueden servir de base y punto de partida para futuros estudios.

El valor medio de vitamina A en nuestra población fue de  $0,92 \pm 0,47$  mmol/L, superior al valor encontrado en menores de 6 a 9 años de edad ( $0,69$  mmol/L  $\pm 0,31$ ) en Wukro, en el norte de Etiopía [145]. El 29,3% de la población estudiada tenía DVA. En una encuesta nacional realizada en Amhara en niños y niñas de 6 a 71 meses y sus respectivas madres [146], el 33% de la población padecía de DVA, lo que concordaría con nuestros resultados. No obstante, ambos estudios (la encuesta nacional y la investigación realizada en Wukro) se realizaron en grupos de edad diferentes al nuestro, por lo que comparar la prevalencia que nosotros encontramos con sus datos podría resultar inapropiado. Por otra parte, nuestro estudio se realizó en dos distritos singulares de Etiopía, por lo que no podemos extrapolar los resultados a otras áreas del país. Por último, si consideramos los valores propuestos por OMS para la interpretación en términos de relevancia para la salud pública del DVA

[109], podemos decir que el DVA constituye un problema grave de salud pública en este área de estudio, ya que la prevalencia encontrada fue  $\geq 20\%$ . Según el último informe de la FAO para Etiopía, la cobertura de los programas de suplementación con vitamina A es baja, especialmente en las zonas rurales de las regiones de Amhara y Tigray [97]. Nuestro resultado apoya la necesidad de evaluar la expansión y la cobertura de estos programas a todas las zonas del país.

El valor medio de vitamina D sérica fue  $80,10 \pm 26,42$  nmol/L. Recientemente, Prentice A et al. revisaron los estudios realizados en África sobre vitamina D [147] con el fin de consensuar unos valores medios de referencia con los que comparar futuros estudios. Desafortunadamente, en el caso de Etiopía los valores séricos de vitamina D propuestos son para hombres adultos y mujeres no embarazadas (23,5 nmol/L). Además de estos esfuerzos puntuales, en la última década ha tenido lugar un amplio debate sobre la definición del déficit de vitamina D. Un reciente consenso de expertos consideró como un estado óptimo tener concentraciones séricas de vit D  $> 75$  nmol/L [110], lo que nos permite identificar una insuficiencia de vitamina D, pero no una deficiencia. Teniendo en cuenta este último punto de corte, la prevalencia de “insuficiencia” de vitamina D en nuestra población fue del 49%.

Terminaremos esta discusión sobre las prevalencias de DM hablando de anemia que, *in sensu stricto*, no se considera como DM, sino como consecuencia de uno y/o varios DM. El nivel medio de Hb en suero fue  $130,04 \pm 17,05$  g/L, valor consistente con estudios previos realizados en menores en edad escolar en otras regiones de Etiopía [121,148]. Alrededor de 31% de los niños y niñas que participaron en nuestra investigación tenían anemia. Este resultado es notablemente superior a la cifra obtenida en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Etiopía (9,8%) en escolares en 2007-2008 [116]. Es importante señalar que este dato proveniente de la encuesta nacional corresponde a un valor medio para las 11 regiones de Etiopía, y por consiguiente es probable que enmascare importantes disparidades regionales. Por otra parte, nuestro resultado es consistente con los datos de prevalencia

de anemia en niños y niñas de 6 a 59 meses que viven en la región de Amhara (35,2%), obtenidos en la Encuesta Demográfica y de Salud (DHS) de 2011 [7]. Dado que nuestra población fueron niños y niñas mayores a los encuestados en la DHS, consideramos que sería recomendable estratificar los resultados de las encuestas nacionales por región y realizar más investigación en el grupo de edad escolar.

Para valorar las posibles causas de esta elevada prevalencia de anemia, decidimos analizar el volumen corpuscular medio (VCM) de los hematíes, encontrando un valor medio de 82,85 fL (DE: 5,57) en nuestra población de estudio, inferior a los valores normales propuestos por la OMS [149]. Un bajo MCV, lo que sugiere anemia microcítica, se produce en varios trastornos de la infancia, incluyendo la anemia por deficiencia de hierro, la beta-talasemia, la intoxicación por plomo, la anemia de la enfermedad crónica, y rara vez, la anemia sideroblástica [150].

## **5.4 Factores asociados con los déficits de micronutrientes y la anemia.**

### **5.4.1 Déficit de zinc**

Los niños y niñas encuestados con menos de 10 años presentaron una prevalencia significativamente menor de DZ que los niños de mayor edad, y no se encontraron diferencias por sexo. Según IZiNCG, el 21,1% de la población etíope está a riesgo de tener una ingesta inadecuada de zinc, y este riesgo aumenta con la edad durante la infancia [151].

La probabilidad de tener DZ fue alrededor de tres veces menor entre los menores que sí habían consumido carne o legumbres el día anterior. Los alimentos ricos en zinc y potasio pertenecen a los grupos de cereales, leguminosas y la carne, aunque algunos cereales sin refinar y legumbres pueden contener un alto contenido de fitato, una sustancia que inhibe

significativamente la absorción del zinc [107]. La relación protectora entre el consumo de carne y los niveles de zinc también ha sido previamente descrita en una zona sur de Etiopía en mujeres embarazadas [152].

#### **5.4.2 Déficit de folato**

En nuestro estudio, el déficit de folato fue significativamente más común entre los niños y niñas que vivían en zonas urbanas que en aquellos que habitaban en entornos rurales. Este resultado puede estar asociado con la mayor prevalencia de anemia que encontramos en las zonas urbanas (y que veremos más adelante). Por otra parte, el DF también está relacionado, en este caso inversamente, con la deficiencia de vitamina B12. Una encuesta realizada en el distrito de Embu (Kenia) reveló que el 40% de los menores en edad escolar tenían déficit de vitamina B12 mientras que sólo el 1% tenía DF [125]. Esta asociación inversa (a mayores niveles de vitamina B12, menores niveles de folato sérico, y viceversa) puede que también exista en nuestra población (donde encontramos bajas cifras de DVB12 y cifras medias de DF), aunque esto solo es una hipótesis, y se requerirían más estudios para poder contrastar esta relación y su independencia de otros factores biológicos.

En nuestra población de estudio, la presencia de esplenomegalia se asoció positivamente con el DF, mientras que tener un episodio de fiebre en los 15 días anteriores a la encuesta mostró una relación negativa con el DF. Es decir, el DF fue más común entre aquellos niños que tenían esplenomegalia mientras que fue menos habitual entre los menores que refirieron haber tenido un episodio febril en los 15 días previos a la encuesta. Padecer malaria u otra enfermedad infecciosa puede afectar a los niveles séricos de micronutrientes de manera directa y/o indirecta [148,153]. Al no tener recogida en nuestra encuesta información sobre la presencia de este tipo de enfermedades, no podemos ajustar nuestros resultados ni, por consiguiente, ofrecer una explicación más elocuente. En el futuro, sería interesante poder



disponer de este tipo de información cuando estudiemos DM en contextos donde la presencia de enfermedades infecciosas en la infancia es común y recurrente.

### **5.4.3 Déficit de vitamina A**

Como vimos en el apartado anterior, los niveles encontrados de DVA reflejaron, según los estándares de la OMS [109], que el DVA representaba en esta zona un problema de salud pública. El déficit de vitamina A es un problema de salud común en los países en desarrollo, afectando principalmente a los niños y niñas y a las mujeres en edad fértil [53]. En Etiopía, el DVA se identificó como un problema de salud pública ya en 1958 [154]. Encuestas posteriores revelaron que la ingesta de alimentos ricos en vitamina A era deficiente en el país, excepto en la región del sur [94]. Además de las carencias en la dieta, hay otras posibles causas para esta deficiencia nutricional, como ya se explicó extensamente en la introducción, como problemas en la absorción, transformación o utilización de la vitamina A por parte del organismo y el padecimiento de infecciones recurrentes o enfermedades crónicas, o ambas, ya que a su vez estas causas están interrelacionadas [94]. En nuestra población de estudio, los niños y niñas que tuvieron fiebre en los 15 días anteriores a la encuesta eran 1,51 veces más propensos a tener DVA. Esto puede reflejar que el DVA se deba, al menos en parte, a una infección anterior [146], aunque la asociación con la menor ingesta de alimentos ricos en vitamina A no puede descartarse, y también debe ser estudiada. De hecho, los niños y las niñas encuestados que consumieron algún tipo de aceite o grasa en las 24 horas anteriores a la encuesta fueron significativamente menos propensos a tener DVA. La vitamina A es una vitamina liposoluble, lo que significa que el consumo de aceites o grasas son necesarias para su absorción en el organismo [11]. Por otra parte, el aceite de palma, que es uno de los aceites más consumida en Etiopía, es una fuente rica en carotenoides [155]. Ambas explicaciones pueden ayudarnos a interpretar el

papel protector del consumo de aceites y/o grasas en el DVA, incluso después de ajustar por otros factores.

#### **5.4.4 Déficit de vitamina D**

Los menores de 10 años y los varones presentaron mayor prevalencia de insuficiencia de vitamina D (IVD) en nuestra población de estudio. En la literatura, parece haber consenso sobre el mayor riesgo de padecer una IVD en los extremos de edad (niños y niñas pequeños y personas mayores) [156], mientras que las diferencias según el sexo se muestran generalmente en la dirección opuesta a nuestros resultados, siendo la IVD más frecuente entre las féminas [157]. Algunos de los factores de riesgo asociados a la IVD descritos previamente en los países en desarrollo son: largas temporadas de invierno y poca exposición solar, la pigmentación de la piel oscura, la desnutrición, y vestir ropa cubierta [157]. En un estudio de casos y controles realizado con niños y niñas etíopes que vivían en Addis Abeba, la capital del país, Lulseged et al. encontraron que la falta de exposición a la energía radiante fue la principal causa de IVD [158]. No obstante, dado que los niveles de vitamina D se modifican continuamente según las variaciones estacionales y la edad [159], serían necesarios estudios longitudinales para valorar estos cambios temporales.

Los menores en edad escolar que vivían en zonas rurales fueron 5,95 veces más propensos a presentar una IVD que los que vivían en las comunidades urbanas. Aunque no se identificó ningún factor de la dieta asociado con la prevalencia de IVD, si sabemos que existen importantes diferencias significativas en los hábitos alimentarios de las comunidades rurales y urbanas que conforman nuestra población de estudio [160], lo que puede explicar, al menos en parte, estas diferencias en la IVD entre ambos contextos. Por otra parte, la mayor prevalencia de IVD entre los menores que viven en zonas rurales ha sido previamente descrita en otro estudio llevado a

cabo en Etiopía, en el que se atribuyó esta diferencia a creencias y prácticas tradicionales, más comunes en zonas rurales que en urbanas, que afectaban a la frecuencia de exposición a la luz solar del niño o niña [161]. Además, explicaciones similares a esta de índole cultural se han dado para la IVD en otros países de África [162].

#### **5.4.5 Anemia**

La prevalencia de anemia fue significativamente mayor en zonas urbanas que en el medio rural. Este resultado es discordante con otros estudios previos que sugieren peores indicadores de salud en zonas rurales que en zonas urbanas del país [52]. Una posible explicación podría ser el crecimiento desorganizado que se está dando en las últimas décadas en las principales urbes africanas, que genera importantes desigualdades en acceso a servicios y recursos básicos como agua potable, los malos hábitos alimentarios en estos contextos o un menor acceso a los programas nutricionales en las zonas más pobres de estas ciudades [163].

La prevalencia de anemia fue 5 veces mayor en aquellos niños y niñas que tenían esplenomegalia en el momento del estudio. Esta relación había sido previamente descrita por Haidar et al. en nueve regiones de Etiopía [164]. La etiología de la anemia incluye múltiples causas, que a su vez están interrelacionadas; causas comunes de anemia en África subsahariana son las deficiencias nutricionales de hierro, vitamina B12 y ácido fólico y las enfermedades infecciosas como la malaria y las parasitosis intestinales [142]. En nuestra investigación, y considerando que no se trata de una zona de alta endemicidad de malaria [119], la esplenomegalia podría estar relacionada con las infestaciones parasitarias, que si son comunes en este contexto [38].

El consumo de aceite y/o grasas resultó ser un factor protector frente a la anemia (OR: 0,58). Como hemos comentado con anterioridad, una anemia también puede estar causada por una mala alimentación, especialmente en

menores y embarazadas. En Etiopía, los aceites que se consumen en los hogares se componen principalmente de semillas de palma y soja [165]. Un estudio de casos y controles realizado en la India encontró que la proporción de mujeres que tenían anemia era significativamente menor en el grupo que recibía una suplementación alimentaria con aceite de palma [155]. Además, el aceite de palma es una fuente rica en otros micronutrientes, como la vitamina A, lo que puede a su vez proteger frente a la anemia.

En el análisis de regresión logística no se encontró asociación significativa entre la anemia y la vitamina B12 y/o los niveles séricos de ácido fólico, mientras que los niveles de ferritina sérica sí se correlacionaron positivamente con la presencia de anemia. De acuerdo con nuestros resultados, la reserva de hierro, medida por los niveles de ferritina sérica en el organismo, fue adecuada en la mayoría de niños y niñas (con sólo el 3,4% de los niños con déficit de ferritina). No obstante, es importante señalar que los niveles de ferritina sérica pueden estar elevados (y por tanto en rango de normalidad) por la presencia de infección y/o procesos inflamatorios [38]. Por esta razón, los niveles séricos de ferritina pueden no ser un buen indicador de las reservas de hierro, especialmente en poblaciones con alta prevalencia de infecciones parasitarias u otras enfermedades infecciosas [123]. Por otro lado, las enfermedades infecciosas, como la malaria, pueden disminuir las concentraciones de hemoglobina y provocar anemia [39,40], dando lugar a esta aparente contradicción que es la asociación inversa que puede darse entre los niveles de ferritina y los niveles de hemoglobina. Lamentablemente, no disponemos de mediciones de indicadores de infección/inflamación como la proteína C-reactiva y la  $\alpha$ 1-glicoproteína ácida (AGP) para poder afianzar esta hipótesis.

## 5.5 Hábitos y diversidad de dieta en menores en edad escolar.

Como suele ser común en los países en desarrollo, los grupos de alimentos más frecuentemente consumidos por nuestra población de estudio fueron los cereales y las legumbres [166], tanto en las zonas rurales como en las urbanas. Los menos consumidos fueron las carnes, los huevos y los productos lácteos. La dieta etíope se compone principalmente de alimentos de origen vegetal, como cereales, tubérculos y raíces, legumbres y semillas oleaginosas [97], siendo el plato tradicional la "enjera", un pan plano con levadura hecha de una mezcla de cereales, que se sirve por lo general con legumbres u otras leguminosas [167]. Sorprendentemente, el consumo de alimentos tradicionales como el *teff*, el *kotcho* y la *bula* fue más frecuente en las zonas urbanas que en las rurales, a pesar de que este tipo de alimentos se cultivan fundamentalmente en zonas rurales [168]. Según un artículo reciente, la creciente demanda de *teff*, sobre todo a raíz de la expansión de la clase media en Etiopía, está haciendo que los precios internos de este grano se eleven, lo que significa que los pequeños agricultores están vendiendo la mayor parte de su cosecha a los consumidores urbanos, mientras que deja de estar al alcance de quienes lo cultivan [169].

Según los resultados de nuestro estudio, las diferencias de dieta entre las zonas urbanas y las rurales de los distritos de Libo Kemkem y Fogera estuvieron principalmente determinadas por un mayor consumo de legumbres en las zonas rurales y un mayor consumo de carne y aves de corral en zonas urbanas. Después de los cereales, el segundo tipo de cultivo más importante en Etiopía (en términos de superficie cultivada) son las legumbres [8]. Mientras que los cereales son ricos en hidratos de carbono, las legumbres son ricas en proteínas. En muchos países africanos, las legumbres sirven como un importante sustituto de la carne [105]. De hecho en la región de Amhara las legumbres representan el 14% del gasto total en alimentos, acaparando la

mayor proporción del gasto si se compara con el resto de regiones etíopes [170].

Encontramos un bajo consumo de alimentos de origen animal entre nuestra población de estudio, algo que ya había sido descrito previamente en esta región, a pesar de la existencia de una gran población de ganado [10]. Lo que desconocíamos era la gran disparidad que existía entre zonas rurales y urbanas. También nos sorprendió que ningún menor consumiera pescado en las 24 horas previas a la encuesta. Esto podría deberse a las dificultades en la preservación del pescado [171] o a algunos tabúes existentes que sugieren que ciertas enfermedades se pueden transmitir a través del consumo de pescado [172]. Actualmente, la Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas, a través de la Universidad de Boku de Viena, está apoyando el desarrollo del sector pesquero en la región de Amhara, incluyendo la mejora en los métodos de preservación de pescado y otros productos derivados de la pesca [171].

El porcentaje de niños y niñas que consumieron algún tipo de alimento lácteo el día antes de la encuesta fue bastante bajo. En Etiopía, la leche fresca se da principalmente a los bebés y niños más pequeños, y los productos lácteos son muy poco comunes en la cocina tradicional [173]. En los últimos años, USAID está liderando campañas de sensibilización por toda Etiopía para mejorar el conocimiento sobre la importancia de los lácteos en el estado nutricional de los escolares, intentando concienciar a niños y niñas, sus padres y maestros [174]. Por lo tanto, es esperable que se den algunos progresos en el futuro. Por último, no podemos ignorar el papel que tienen las tradiciones religiosas en la dieta etíope. La Iglesia Ortodoxa Etíope, la principal religión del país, prescribe ciertos períodos de ayuno, que incluyen todos los miércoles y viernes, así como varios períodos largos que se distribuyen a lo largo del año. Durante el periodo de ayuno, sólo se permite una comida al día, y el consumo de alimentos de origen animal no está permitido [100]. Este hecho ha podido influir en la baja frecuencia obtenida en el registro de 24

horas para productos de origen animal, especialmente en zonas rurales, donde casualmente se siguen con mayor rigurosidad las doctrinas religiosas [100].

Respecto a la estacionalidad y su impacto en la dieta de las comunidades rurales, observamos que la ingesta de vegetales no ricos en vitamina A y de legumbres aumentó en diciembre, después de la cosecha, mientras que el consumo de frutas y verduras ricas en vitamina A, carnes y aves de corral y de grasas y aceites disminuyó en el periodo de escasez (en mayo, antes de la cosecha), especialmente los aceites y grasas. Una fuerte periodicidad estacional para las semillas oleaginosas se ha descrito previamente en el centro sur de Etiopía [87] y otras zonas que pertenecen a la región de Amhara [175]. Otra posible explicación podría ser la tendencia creciente, sobre todo en la última década, en las exportaciones de semillas oleaginosas [176]. Respecto al consumo de productos lácteos, este aumentó un 10% en la temporada después de la cosecha (diciembre). Sabemos que la preparación de derivados lácteos como el queso o el yogur aumenta en esta zona durante la temporada de lluvias, en noviembre-enero [10], cuando se da el pico de producción y a los agricultores les resulta más difícil comercializar la leche, ya que la mayoría de las regiones experimentan un superávit. De hecho, la venta de ganado y otros animales domésticos es más frecuente después de esta temporada de lluvias, cuando mejora la situación del mercado y comienza la preparación de la tierra para una nueva ronda de cultivo [173].

## **5.6 Factores asociados con baja diversidad de dieta en zonas rurales y urbanas.**

La diversidad de la dieta (DD) refleja cuán variados son los alimentos normalmente consumidos por una persona. En promedio, los niños y niñas encuestados consumieron 3,18 grupos de alimentos el día anterior a la encuesta. A pesar de que existe acuerdo internacional sobre la importancia de una dieta variada para lactantes y menores de corta edad [177], actualmente

no existen recomendaciones específicas sobre cuál es la cantidad óptima de alimentos o grupos de alimentos que un menor en edad escolar debe consumir [178]. Hay, sin embargo, consenso sobre los beneficios de una DD alta, ya que cuanto mayor sea el número de grupos de alimentos consumidos, mayores probabilidades tendrá la persona de poder satisfacer sus necesidades diarias de nutrientes [76].

Los menores en edad escolar que vivían en zonas rurales tuvieron un índice de diversidad dietética (IDD) significativamente menor que los niños y niñas de zonas urbanas. Esto podría estar relacionado con una mayor inseguridad alimentaria en los hogares rurales. De hecho, sabemos que en la región de Amhara una proporción significativa de hogares en la zona rural (45%) han sido previamente descrito como inseguros [168]. Por otro lado, en estas mismas zonas rurales, si el CC era mujer y menor de 40 años de edad, los menores tenían más probabilidades de tener una dieta más diversa, o lo que es lo mismo, tener un IDD mayor. Los padres juegan un papel clave en la definición de los hábitos alimentarios de sus hijos, no sólo porque determinan la variedad y cantidad de alimentos que están disponibles para el menor, sino también porque transfieren a través de la educación conductas propias y estilos de alimentación [179,180]. Aunque hay estudios en otros países en desarrollo que apuntan a que los hogares encabezados por mujeres suelen ser más pobres que los hogares encabezados por hombres [181], y la pobreza suele estar asociada a la baja diversidad dietética en el hogar, nuestros resultados están en línea con otros trabajos. Una investigación llevada a cabo en Tanzania mostró que las mujeres que eran CC tenían IDD superiores a las que eran esposas del CC [182]. Por otra parte, en un informe sobre los hábitos de dieta en Bangladesh, se describe como en aquellos hogares donde el cabeza de familia es mujer la distribución y asignación de recursos dentro del hogar favorece la dieta y la salud por encima de otras necesidades, lo que a su vez tiene un impacto positivo en los indicadores de dieta y nutrición de todos los familiares que cohabitan bajo el mismo techo [183].



En cuanto a los factores asociados a un bajo índice de diversidad de dieta en zonas urbanas, vimos que aquellos niños y niñas que vivían en hogares con puntuaciones altas del índice socio-educativo tenían menores probabilidades de tener un bajo IDD. El nivel educativo del CC se ha descrito anteriormente como factor determinante del nivel de seguridad alimentaria de los hogares de Addis Abeba [184]. También se ha sugerido que, en Etiopía, el nivel educativo podría tener más peso como factor indirecto de la seguridad alimentaria que otros indicadores que tienen fundamentalmente en cuenta los recursos económicos y las posesiones del hogar (tierras, ganado, etc.) [185].

Cuando valoramos como variaba el IDD según la estacionalidad en las zonas rurales, vimos que, al contrario de los que cabría esperar, en la temporada después de la cosecha los menores tuvieron un menor IDD. El efecto de la vulnerabilidad estacional en los hábitos de dieta de esta región se ha descrito con anterioridad [10,186]. Lo que es menos común es el uso del IDD para evaluar estos cambios estacionales, ya que es un indicador de consumo individual que se está incorporando a los análisis de seguridad alimentaria solo de forma reciente[187]. Sin embargo, hay que ser precavidos al interpretar la relación de los cambios estacionales con los cambios en el IDD: una mayor disponibilidad de alimentos no necesariamente implica una mayor diversidad en la ingesta dietética. Ni siquiera implica un mayor consumo de alimentos, especialmente en aquellas zonas donde existen variaciones anuales en las actividades mercantiles, dado el limitado acceso a los mercados, como es nuestro caso. De hecho, en la zona de estudio, la época después de la cosecha coincide con la época de mercado (diciembre y enero), cuando los agricultores deben obtener dinero en efectivo para ir preparando la próxima cosecha [8,173], y, por tanto, más se vende lo que se colecta.

En esta temporada posterior a la cosecha, vimos que el factor que protegía frente a un bajo IDD en los menores en edad escolar no era el índice socioeducativo (como vimos antes para las zonas urbanas), sino el socioeconómico. Seguramente, en esta época de mercado, los hogares con mayores ingresos tuvieran mayores posibilidades de comprar productos

alimenticios más diversos en el mercado [163]. Curiosamente, un ISED con mayor puntuación fue más común entre los niños y niñas con bajo IDD. Aun después de consultar la literatura disponible de manera sistemática, no tenemos ninguna posible explicación para esta asociación, ya que la mayoría de estudios muestran, precisamente, la relación opuesta [127,184].

## **5.7 Bajo consumo de alimentos de origen animal en ámbito rural y urbano, así como posibles factores asociados.**

Sólo el 18,1% de los niños y niñas en edad escolar que vivían en comunidades rurales había consumido alimentos de origen animal (AOA) el día anterior a la encuesta, a pesar de que el 96,3% de sus familias poseían animales domésticos [160]. Paradójicamente, el porcentaje de menores que tomaron AOA fue mayor en zonas urbanas (64%), donde sólo el 36,5% de los hogares tenían animales domésticos. Esto puede deberse a la siguiente razón. Para las familias de agricultores que viven en zonas rurales de Etiopía, la ganadería es un activo importante que puede proporcionar ingresos regulares, y constituir una forma de ahorro, proporcionando cierta seguridad al hogar [105]. Por ello, este tipo de productos son normalmente vendidos en el mercado nacional antes que localmente consumidos. En el objetivo primero de esta tesis habíamos observado que el consumo de productos procedentes del ganado doméstico y la ingesta de AOA eran ambos factores de protección contra la desnutrición crónica en estas poblaciones rurales (pero no en las urbanas) [160,188]. El consumo de carne también mostro ser un factor “protector” frente al déficit de zinc, tanto en las zonas rurales como urbanas, en nuestro estudio. No hay que olvidar que los AOA, como la carne, la leche y los huevos, son alimentos esenciales en la dieta de los menores en edad escolar, ya que ofrecen proteínas de alta calidad, aportan energía, y además son una excelente fuente de micronutrientes como el hierro y el zinc [101].

En el medio rural, la ingesta de AOA fue significativamente mayor en niños que en niñas. Esta desigualdad de género se ha descrito anteriormente en población adulta del suroeste de Etiopía [189]. Como cabría esperar, el consumo de AOA fue menor entre los niños y niñas cuyas familias tenían un mayor número de hijos; hogares donde cohabitan un mayor número de personas tienen mayor susceptibilidad a experimentar períodos de escasez de alimentos, especialmente si estas personas no son económicamente productivas [190]. A mayor ISE del hogar, más probabilidades tenía el menor de consumir AOA en las últimas 24 horas. Estos resultados apoyan lo que se ha venido a definir como la transición nutricional contemporánea: a medida que aumenta el ingreso en los hogares de los países en desarrollo, se produce un aumento en el consumo de alimentos de origen animal [19]. Por el contrario, el consumo de AOA fue menor en aquellos niños y niñas que vivían en casas con puntuaciones medias y altas para los índices socioeducativo (ISED) y de recursos comunitarios (IRC), en comparación con las casas pertenecientes al tercil inferior del ISED y el IRC. Carecemos de posibles explicaciones para esto, si bien es cierto que un IRC superior podría estar relacionado con un mejor acceso al mercado (y por lo tanto, más opciones para vender productos de origen animal), aunque esto es sólo una débil hipótesis que habría que testar en futuros estudios.

En las zonas urbanas, se encontró la misma asociación, vista anteriormente para zonas rurales, entre el consumo de AOA y el número de niños y niñas que vivían en la casa. En este caso, mayores puntuaciones para los índices ISE e ISED se asociaron con mayor frecuencia de consumo de AOA, como era esperable. La asociación entre el nivel educativo y la seguridad alimentaria que hay en un hogar ha sido ampliamente estudiada por la FAO [6,163]. Por ejemplo, las actividades educativas llevadas a cabo como parte del programa para el desarrollo del pastoreo de cabras en las tierras altas de Etiopía, centrado en el rol de las mujeres en esta actividad, han demostrado incrementar la disponibilidad y el acceso a los AOA para todos los miembros del hogar [101]. Por último, los niños que pertenecían al tercil medio del IRC consumieron AOA menos frecuentemente que aquellos que pertenecían al

tercil más bajo. Como hemos comentado antes, una hipótesis que podría barajarse es que a mejor IRC (lo que refleja más cercanía a servicios, mejores carreteras y más acceso al mercado, entre otros) menos consumo de los alimentos derivados de los bienes del hogar, ya que se venden con más facilidad.

En cuanto al rol de la estacionalidad en el consumo de AOA en zonas rurales, el único factor que mostró una asociación significativa en la temporada posterior a la cosecha (diciembre) fue la edad del cabeza de familia. Esta asociación también existía en la temporada de carestía (mayo): los niños y niñas en edad escolar con padres menores de 40 años consumieron AOA dos veces más frecuentemente que aquellos cuyos CC eran mayores de 40 años. Un resultado similar se obtuvo para el índice de diversidad de dieta en zonas rurales (menor diversidad si el CC era mayor de 40 años). En un estudio llevado a cabo en Nigeria se observó la misma relación entre el IDD y la edad del cabeza de familia [191]. Esta asociación podría estar relacionada con el nivel de productividad del CC, es decir, los CC más jóvenes tendrían una mayor capacidad de trabajo y éste sería más productivo que el de CC mayores, si bien esta suposición tendría que estudiarse más a fondo.

## **6    LIMITACIONES**

Esta investigación fue parte de un proyecto cuyo objetivo principal era valorar el estado nutricional e inmunológico de los menores en edad escolar que vivían en dos distritos (Libo Kemkem y Fogera) que habían presentado una elevada incidencia de leishmaniasis visceral (LV) en 2005-07. Una elevada prevalencia de esta enfermedad podría haber supuesto una importante limitación de nuestro estudio, sin embargo sólo se encontró un caso de leishmaniasis activa y la prevalencia de infección asintomática por LV fue muy baja (1,02%) [120]. Además, no se encontró asociación entre el estado nutricional y la infección asintomática por esta enfermedad [162]. Por todo ello, creemos que esta limitación no altera las conclusiones generales de nuestro estudio. Por otra parte, los subdistritos que se seleccionaron dentro de los distritos de Libo Kemkem y Fogera no se seleccionaron a partir de la muestra total de subdistritos (*kebeles*), si no que se seleccionaron sobre una selección de aquellos *kebeles* que presentaron mayor incidencia de LV en 2005-07. Por ello, podemos haber incurrido en un sesgo de selección, ya que estos *kebeles* con mayor incidencia de LV puede que, a su vez, tengan condiciones socioeconómicas distintas de los que registraron una incidencia menor. Por ello, nuestros resultados puede que no sean generalizables a una población mayor.

El diseño del presente estudio fue transversal (a excepción de la valoración estacional de los hábitos de dieta en zonas rurales), por lo que no pudimos examinar la causalidad en la relación entre la desnutrición y los diversos factores de riesgo individual y del hogar estudiados. Respecto a la valoración estacional de los hábitos de dieta en zonas rurales, contamos para ello con una sub-muestra de población rural que fue encuestada nuevamente en diciembre. No obstante, esta estacionalidad pudo haber influido también en el estado nutricional de los menores por otras vías, distintas al consumo de determinados alimentos, y en zonas urbanas, tal como se ha observado en estudios previos [87]. Sería recomendable realizar estudios con un diseño longitudinal en el futuro que nos permitan estudiar la causalidad de los factores estudiados y el rol de la estacionalidad a través de medidas repetidas.

Otra posible limitación de este estudio es la existencia de sesgos pre-analíticos, inherentes a la logística de campo compleja y al transporte de muestras de Etiopía a Madrid. Para minimizar estos posibles sesgos, se prepararon y pusieron a prueba directrices detalladas sobre la recogida, conservación y transporte de las muestras antes del trabajo de campo. Además, estos protocolos operativos se probaron mediante control interno antes y durante el trabajo de campo.

En relación a las limitaciones relacionadas con los niveles de micronutrientes séricos, hay que tener presente que los déficits de micronutrientes y las enfermedades infecciosas a menudo coexisten y exhiben interacciones complejas. Varios micronutrientes actúan como inmunomoduladores, y por lo tanto influyen en la susceptibilidad y el curso de una serie de enfermedades infecciosas [192,193]. Además, los cambios en los niveles de proteínas de fase aguda, tales como la proteína C - reactiva (PCR) se asocian con un aumento en los niveles plasmáticos de determinados micronutrientes, como la ferritina, y la disminución de otros, como el retinol [194]. Por lo tanto, una limitación importante de este estudio es la falta de información detallada sobre la presencia de procesos infecciosos en los menores de edad escolar encuestados, tanto desde un enfoque cualitativo como cuantitativo (es decir, hubiera sido deseable contar con una exploración clínica completa y también con la medición de la PCR y otros marcadores biológicos de infección).

Otra posible limitación metodológica en relación a la medición de los micronutrientes es que los niveles séricos de estos pueden verse afectados artificialmente por la hora del día en el que se produce la recogida de muestras de sangre o el estado de ayuno de los sujetos de estudio, entre otras condiciones [107]. Por lo tanto, sería recomendable tomar muestras seriadas de micronutrientes para poder diagnosticar, con mayor precisión, los DM.

Tal como comentamos previamente en la discusión, la falta de estandarización de algunas medidas de micronutrientes y de consenso

internacional para identificar los DM fue una de las principales dificultades a la que nos enfrentamos cuando interpretamos nuestros resultados. Esta falta de acuerdo ocurre bien porque aún no se ha identificado un biomarcador adecuado para diagnosticar los DM en diferentes poblaciones, bien porque, hasta la fecha, se han investigado poco estos micronutrientes [33,195].

Por último, poner de manifiesto una limitación importante a la que nos hemos enfrentado a la hora de valorar la dieta de los menores en edad escolar, y es la falta de datos cuantitativos de dieta. Para intentar paliar dicha limitación, construimos y utilizamos el índice de diversidad de dieta, previamente validado como una herramienta útil para evaluar la probabilidad de cumplir con los requisitos de micronutrientes [76]. No obstante, para poder explorar en detalle la relación entre el consumo de determinados alimentos y el estado nutricional, sería deseable contar con medidas cuantitativas en estudios futuros.



## **7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En respuesta a los objetivos planteados en la presente tesis doctoral, y a la luz de los resultados obtenidos, se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones:

## **7.1 Conclusiones**

1. Encontramos una elevada prevalencia de malnutrición crónica y aguda entre los menores en edad escolar de las regiones de Libo Kemkem y Fogera, en Etiopía.
2. La prevalencia de malnutrición crónica fue significativamente mayor en zonas rurales que en zonas urbanas.
3. La probabilidad de que un menor estuviera desnutrido aumentaba con la edad.
4. Los factores asociados a la malnutrición en menores en edad escolar fueron diferentes en zonas rurales y zonas urbanas; mientras que la desnutrición en las comunidades rurales se asoció con los hábitos alimentarios y la falta de recursos básicos, en las zonas urbanas resultó estar más asociada a factores sociodemográficos y socioeconómicos.
5. Encontramos una alta prevalencia de déficit de vitamina A y vitamina D y una prevalencia moderada de déficit de zinc y folato entre los menores en edad escolar en Libo Kemkem y Fogera.
6. La prevalencia de anemia fue moderada-alta, mientras que los niveles de ferritina séricos fueron normales en la mayoría de los encuestados y el volumen corpuscular medio estaba por debajo de los estándares de la OMS.
7. Se observaron diferencias por grupo de edad y zona de residencia en la mayoría de déficits de micronutrientes.

8. Los alimentos consumidos, especialmente aquellos de origen animal y las grasas y/o aceites, fueron factores protectores frente a los déficits de zinc, vitamina A y a la anemia.
9. La dieta de los niños y niñas en edad escolar se componía principalmente de cereales, legumbres y aceite o grasas.
10. La mayoría de los menores encuestados sólo consumieron 3 o menos grupos de alimentos diferentes el día anterior a la encuesta, siendo el índice de diversidad de dieta significativamente menor en las zonas rurales.
11. Ningún menor consumió pescado, y pocos consumieron lácteos el día anterior a la realización de la encuesta. Los alimentos de origen animal fueron un componente poco frecuente en la dieta de los niños, especialmente en las zonas rurales.
12. Encontramos varios factores del hogar, en particular los índices socio-económicos, asociados a la ingesta de alimentos de origen animal y a un índice de diversidad dietética bajo. Por otra parte, el bajo consumo de alimentos de origen animal y una baja puntuación del índice de diversidad dietética se asociaron previamente con mayor prevalencia de desnutrición crónica y algunas deficiencias de micronutrientes en la misma población de estudio.
13. Los tipos de alimentos consumidos en mayo (antes de la cosecha) y diciembre (después de la cosecha) en entornos rurales variaron significativamente, lo que indica que existe una dependencia estacional en estas zonas para la mayoría de alimentos.
14. Identificamos importantes diferencias entre las temporadas pre (mayo) y post (diciembre)- cosecha tanto en el consumo de alimentos de origen animal como en el índice de diversidad dietética y sus factores asociados en las zonas rurales.

## 7.2 Recomendaciones

1. Son necesarios más estudios en población escolar, ya que constituyen uno de los grupos de población más vulnerable a los trastornos nutricionales.
2. Los resultados de las investigaciones en nutrición realizadas en este tipo de contextos debería tener presente el ámbito (rural y urbano) y si resulta necesario, estratificar los datos según esta variable.
3. Mejorar la disponibilidad de alimentos es una condición necesaria pero no es suficiente para mejorar el estado nutricional de los niños en edad escolar en la región. Este tipo de intervenciones siempre deben ir acompañada de campañas educativas y de medidas regionales que garanticen unos niveles de seguridad y diversidad alimentaria básicos.
4. Las intervenciones que se lleven a cabo para mejorar el estado nutricional de los menores deben involucrar a la familia como motor de conocimiento y de cambio en el futuro.
5. Es necesaria más investigación en micronutrientes y los factores asociados a los niveles de éstos, especialmente en países en desarrollo, donde se dan la mayoría de déficits.
6. Organismos internacionales como la OMS deberían abogar por la existencia de puntos de cortes internacionalmente consensuados para los déficits de micronutrientes que nos permitan conocer, comparar y evaluar cuál es la situación en los países en desarrollo.
7. Mientras no exista consenso sobre los puntos de corte de MD, sería recomendable mostrar las medidas de tendencia central y dispersión cuando trabajamos con micronutrientes para poder contrastar nuestros resultados.
8. En los países en desarrollo, la investigación nutricional debería contemplar la recogida de información sobre infecciones pasadas y presentes así como

parámetros biológicos que identifiquen la presencia de procesos infecciosos y/o inflamatorios para poder conocer mejor la casuística de la malnutrición.

9. Las campañas de suplementación con micronutrientes son necesarias pero no suficientes para luchar contra la malnutrición infantil en los países en desarrollo. Se requieren además estrategias que promueva la diversificación de alimentos.
10. La anemia constituye un serio problema de salud pública en los menores de edad escolar, y para poder atajar este problema son necesarias medidas complejas que tengan en cuenta la naturaleza multicausal de este trastorno.
11. La expansión del mercado exterior y de las exportaciones en zonas del África subsahariana como Etiopía están poniendo en jaque el consumo de productos tradicionales que han sido históricamente esenciales en la dieta de los niños y niñas. Un mayor proteccionismo que garantice unos niveles de seguridad alimentaria adecuados son necesarios en estos contextos, independientemente de los intereses internacionales.
12. Para que estudios como el que aquí se presenta no queden como experiencias puntuales, sería recomendable que los países asumieran tareas de monitorización y vigilancia que permitan evaluar las intervenciones que se lleven a cabo y actuar rápidamente en situaciones de emergencia.

## **8 BIBLIOGRAFIA**

1. United Nations Children's Fund, World Health Organization, The World Bank. UNICEF-WHO-World Bank Joint Child Malnutrition Estimates. UNICEF, New York; WHO, Geneva; The World Bank, Washington, DC; 2012. Disponible en: [http://www.who.int/nutgrowthdb/jme\\_unicef\\_who\\_wb.pdf](http://www.who.int/nutgrowthdb/jme_unicef_who_wb.pdf)
2. United Nations: Standing Committee on Nutrition (SCN). 6th Report on the World Nutrition Situation. Geneva, Switzerland: United Nations; 2010.
3. Adelekan DA. Multiple micronutrient deficiencies in developing countries. *Nutrition*. 2003;19: 473–474.
4. United Nations Children's Fund (UNICEF). Strategy to reduce maternal and child undernutrition. East Asia and Pacific Regional Office, United Nations Children's Fund; 2003. Disponible en: [http://www.unicef.org/eapro/Strategy\\_to\\_reduce\\_maternal\\_and\\_child\\_undernutrition.pdf](http://www.unicef.org/eapro/Strategy_to_reduce_maternal_and_child_undernutrition.pdf)
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Declaration of the World Summit on Food Security [Internet]. Rome, Italy; Nov 16, 2009. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final\\_Declaration/WSFS09\\_Declaration.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WSFS09_Declaration.pdf)
6. Food and Agriculture Organisation (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD). The State of Food Insecurity in the World 2014. Strengthening the Enabling Environment for Food Security and Nutrition; 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf>
7. Central Statistical Agency. Ethiopia - Demographic and Health Survey 2011 [Internet]. Addis Ababa, Ethiopia and Calverton, Maryland, USA: Central Statistical Agency and ICF International.; 2012 Mar. Disponible en: <http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR255/FR255.pdf>
8. Alemayehu, S, Dorosh, P, Asrat, S. Crop Production in Ethiopia: Regional Patterns and Trends. *Food Agric Ethiop Prog Policy Chall*. 2013;74: 53.
9. Gibson MA, Gurmu E. Rural to urban migration is an unforeseen impact of development intervention in Ethiopia. *PloS One*. 2012;7: e48708.
10. Household Economy Approach (HEA). Tana Zuria Livelihood Zone (TZA) Amhara Region, Ethiopia 2007. Disponible en: <http://www.heawebsite.org/countries/ethiopia/reports/hea-lz-profile-tana-zuria-livelihood-zone-tza-amhara-region-ethiopia-2007>
11. Kennedy G, Ballard T, Dop MC. Guidelines for measuring household and individual dietary diversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2011. Disponible en:

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/wa\\_workshop/docs/FAO-guidelines-dietary-diversity2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/wa_workshop/docs/FAO-guidelines-dietary-diversity2011.pdf)

12. United Nations Children's Fund (UNICEF). Progreso para la Infancia. Un balance sobre la nutrición. UNICEF; Mayo 2006. Disponible en: [http://www.unicef.org/spanish/progressforchildren/2006n4/files/PFC4\\_SP\\_8X11.pdf](http://www.unicef.org/spanish/progressforchildren/2006n4/files/PFC4_SP_8X11.pdf)
13. Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, Caulfield LE, De Onis M, Ezzati M, et al. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The lancet*. 2008;371: 243–260.
14. Mosby Medical Dictionary. 8th ed. St. Louis, Elsevier; 2009.
15. World Health Organization (WHO). 2012-2013 Biennium Report. Department of Nutrition for Health and Development: Evidence and Programme Guidance. Geneva, Switzerland: WHO; 2014. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/101179/1/WHO\\_NMH\\_NHD\\_EPG\\_14.1\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/101179/1/WHO_NMH_NHD_EPG_14.1_eng.pdf?ua=1)
16. Uauy R Solomons NW. The role of the international community in addressing the dual burden of malnutrition with a common agenda. *SCN News*. 2006;32: 27–34.
17. Foster P. The world food problem : tackling the causes of undernutrition in the Third World. Boulder, Colo.; London: Lynne Rienner Publishers; Adamantine Press; 1992.
18. World Health Organization (WHO). Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO; 1995. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_854.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_854.pdf?ua=1)
19. Popkin BM. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. *Proc Nutr Soc*. 2011;70: 82–91.
20. Gripp KW, Slavotinek AM, Hall JG, Allanson JE. Handbook of physical measurements. 3rd ed. New York: Oxford University Press; 2013. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=201015>
21. Gabulli M. Aspectos prácticos en la Antropometría en pediatría. *Paediatrica*. 2000;3: 22–26.
22. De Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, Martines J. The WHO Multicentre Growth Reference Study: planning, study design, and methodology. *Food Nutr Bull*. 2004;25: 15S–26S.



23. World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years. Geneva, Switzerland: WHO; 2007; Disponible en: <http://www.who.int/growthref/en/>
24. World Hunger Education Service. 2015 World Hunger and Poverty Facts and Statistics. Disponible en: <http://www.worldhunger.org/articles/Learn/world%20hunger%20facts%202002.htm>
25. United Nations Children's Fund (UNICEF). Improving child nutrition: The achievable imperative for global progress. New York: UNICEF; 2013. Disponible en: [http://www.unicef.org/media/files/nutrition\\_report\\_2013.pdf](http://www.unicef.org/media/files/nutrition_report_2013.pdf)
26. World Food Programme (WFP). Types of Malnutrition [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.wfp.org/hunger/malnutrition/types>
27. Rubio C, González Weller D, Martín-Izquierdo R, Revert C, Rodríguez I, Hardisson A. El zinc: oligoelemento esencial. Nutr Hosp. 2007;22: 101-7.
28. Dhingra U, Hiremath G, Menon VP, Dhingra P, Sarkar A, Sazawal S. Zinc deficiency: descriptive epidemiology and morbidity among preschool children in peri-urban population in Delhi, India. J Health Popul Nutr. 2009;27: 632.
29. Bellido D, De Luis D. Manual de nutrición y metabolismo. Madr Esp Editor Díaz St S.A.; 2006.
30. Wapnir RA. Protein nutrition and mineral absorption. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 1990.
31. Allen LH. Causes of vitamin B12 and folate deficiency. Food Nutr Bull. 2008;29: 20-34.
32. McLean E, de BB, Allen LH. Review of the magnitude of folate and vitamin B12 deficiencies worldwide. Food NutrBull. 2008;29: S38-S51.
33. De Benoist B. Conclusions of WHO Technical Consultation on folate and vitamin B12 deficiencies. Food NutrBull. 2008;29: S238-S244.
34. Latham M. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N° 29. Roma, Italia. Deposito de documentos de la FAO. Nutrición; 2002.
35. United Nations Children's Fund (UNICEF), The Micronutrient Initiative (MI). Vitamin and Mineral Deficiency. A Global Progress Report. Ottawa: The Micronutrient Initiative; 2009. Disponible en <http://www.unicef.org/media/files/vmd.pdf>.

36. Smolin LA, Grosvenor MB. Nutrition : science and applications. Hoboken, NJ: Wiley; 2010.
37. Schleicher RL, Carroll MD, Ford ES, Lacher DA. Serum vitamin C and the prevalence of vitamin C deficiency in the United States: 2003-2004 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *AmJClinNutr.* 2009;90: 1252–1263.
38. Adebara OV, Ernest SK, Ojuawo IA. Association between intestinal helminthiasis and serum ferritin levels among school children. *Open J Pediatr.* 2011;1: 12.
39. World Health Organization (WHO). Assessing the iron status of populations. Including literature reviews. Joint World Health Organization/Centers for Disease Control and Prevention Technical Consultation on the Assessment of Iron Status at the Population Level. Geneva, Switzerland: WHO; 2007. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107_eng.pdf?ua=1)
40. World Health Organization (WHO). Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva, Switzerland: WHO; 2011. Disponible en: <http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>
41. World Health Organization (WHO). Global health risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO; 2009. Disponible en: [http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GlobalHealthRisks\\_report\\_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf)
42. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, De Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet.* 2013;382: 427–451.
43. Black RE, Morris SS, Bryce J. Where and why are 10 million children dying every year? *The Lancet.* 2003;361: 2226–2234.
44. MDG Achievement Fund. Children, food security and nutrition. MDG-F thematic study: review of key findings and achievements. 2013. Disponible en: [http://www.mdgfund.org/sites/all/themes/custom/undp\\_2/docs/thematic\\_studies/English/full/Nutrition\\_Thematic%20Study.pdf](http://www.mdgfund.org/sites/all/themes/custom/undp_2/docs/thematic_studies/English/full/Nutrition_Thematic%20Study.pdf)
45. United Nations Children's Fund (UNICEF). La Desnutrición infantil. Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento [Internet]. Madrid: UNICEF; 2011. Disponible en: <http://www.unicef.es/sites/www.unicef.es/files/Dossierdesnutricion.pdf>

46. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Global Nutrition Report 2014: Actions and Accountability to Accelerate the World's Progress on Nutrition [Internet]. Washington, DC: IFPRI; 2014. Disponible en: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/gnr14.pdf>
47. De Onis M, Dewey KG, Borghi E, Onyango AW, Blössner M, Daelmans B, et al. The World Health Organization's global target for reducing childhood stunting by 2025: rationale and proposed actions. *Matern Child Nutr.* 2013;9: 6–26.
48. Allen L. Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future. *J Nutr.* 2003;133: 3875S–3878S.
49. Micronutrient Initiative and United Nations Children's Fund (UNICEF). Vitamin and mineral deficiency: A Global Damage Assessment Report. [Internet]. Ottawa: The Micronutrient Initiative; 2004. Disponible en: <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/Report-67-VMD-A-Global-Damage-Assessment-Report1KSB-3242008-9634.pdf>
50. Joint statement by the World Health Organization (WHO), the World Food Programme (WFP) and the United Nations Children's Fund (UNICEF). Preventing and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency. 2007. Disponible en: [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHO\\_WFP\\_UNICEFstatement.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHO_WFP_UNICEFstatement.pdf)
51. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food Insecurity in the World 2002. Food insecurity: when people must live with hunger and fear starvation. FAO; 2002. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y7352e/y7352e00.HTM>
52. Regional Office for Africa, World Health Organization (WHO). The health of the people: The African regional health report. Geneva, Switzerland: WHO; 2006. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/afro/2006/9290231033\\_rev\\_eng.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/afro/2006/9290231033_rev_eng.pdf?ua=1)
53. World Health Organization (WHO). Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995-2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO; 2009. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019_eng.pdf)
54. Palacios C, Gonzalez L. Is vitamin D deficiency a major global public health problem? *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2014;144: 138–145.
55. Balarajan Y, Ramakrishnan U, Özaltın E, Shankar AH, Subramanian S. Anaemia in low-income and middle-income countries. *The Lancet.* 2012;378: 2123–2135.

56. Drake L, Maier C, Jukes M, Patrikios A, Bundy D, United Nations System. School-age children: their nutrition and health. SCN News; 2002. Disponible en: <http://www.wsp.org/Hygiene-Sanitation-Water-Toolkit/Resources/Readings/SHN-Pamphlet-FINAL.pdf>
57. World Bank (WB). Focusing Resources on Effective School Health: a FRESH Start to Improving the Quality and Equity of Education [Internet]. 2000. Disponible en: <http://wbln0018.worldbank.org/HDnet/Fresh/>
58. Amare B, Moges B, Fantahun B, Tafess K, Woldeyohannes D, Yismaw G, et al. Micronutrient levels and nutritional status of school children living in Northwest Ethiopia. *NutrJ*. 2012;11: 108.
59. Del Rosso JM. School Feeding Programmes: Improving effectiveness and increasing benefit to education. Partnership for Child Development; 1999.
60. Fotso J. Child health inequities in developing countries: differences across urban and rural areas. *Int J Equity Health*. 2013;5: 10.
61. United Nations. Dept. of Economic. World urbanization prospects: the 2003 revision. New York: United Nations Publications; 2004. Disponible en: <http://www.un.org/esa/population/publications/wup2003/WUP2003Report.pdf>.
62. Menon P, Ruel MT, Morris SS. Socio-economic differentials in child stunting are consistently larger in urban than rural areas: Analysis of 10 DHS data sets. *Food Nutr Bull*. 1999; 21(3): 282-289.
63. Aranceta J, Perez-Rodrigo C, Ribas L, Serra-Majem L. Sociodemographic and lifestyle determinants of food patterns in Spanish children and adolescents: the enKid study. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57: S40-S44.
64. Montoya, P. Alimentación, Nutrición y Salud [Internet]. Prosalus; 2006. Disponible en: <http://www.oda-alc.org/documentos/1341945107.pdf>
65. World Health Organization (WHO), United Nations Children's Fund (UNICEF). Global strategy for infant and young child feeding. Geneva, Switzerland: WHO; 2003. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42590/1/9241562218.pdf?ua=1&ua=1>
66. Miguel Ángel Royo Bordonada (Coord). Nutrición en Salud Pública [Internet]. Madrid: Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Sanidad y Consumo; 2007. Disponible en: [http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/Nutricion\\_en\\_SP.pdf](http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/Nutricion_en_SP.pdf)

67. Savy M, Martin-Prével Y, Traissac P, Delpeuch F. Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso: comparison of a 1-day and a 3-day dietary recall. *Public Health Nutr.* 2007;10: 71–78.
68. Foote JA, Murphy SP, Wilkens LR, Basiotis PP, Carlson A. Dietary variety increases the probability of nutrient adequacy among adults. *J Nutr.* 2004;134: 1779–1785.
69. Mirmiran P, Azadbakht L, Azizi F. Dietary diversity within food groups: an indicator of specific nutrient adequacy in Tehranian women. *J Am Coll Nutr.* 2006;25: 354–361.
70. Drewnowski A, Renderson S, Driscoll A, Rolls BJ. The Dietary Variety Score: assessing diet quality in healthy young and older adults. *J Am Diet Assoc.* 1997;97: 266–271.
71. Kant AK, Graubard BI. A comparison of three dietary pattern indexes for predicting biomarkers of diet and disease. *J Am Coll Nutr.* 2005;24: 294–303.
72. Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The Diet Quality Index revised: a measurement instrument for populations. *J Am Diet Assoc.* 1999;99: 697–704.
73. Steyn N, Nel J, Nantel G, Kennedy G, Labadarios D. Food variety and dietary diversity scores in children: are they good indicators of dietary adequacy? *Public Health Nutr.* 2006;9: 644–650.
74. Hatluy A, Torheim L, Oshaug A. Food variety--a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52: 891–898.
75. Torheim L, Ouattara F, Diarra M, Thiam F, Barikmo I, Hatløy A, et al. Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58: 594–604.
76. Arimond M, Ruel MT. Dietary diversity is associated with child nutritional status: evidence from 11 demographic and health surveys. *J Nutr.* 2004;134: 2579–2585.
77. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Workshop on Dietary Diversity and Dietary Quality. 2004.
78. Hawkes C. Uneven dietary development: linking the policies and processes of globalization with the nutrition transition, obesity and diet-related chronic diseases. *Glob Health.* 2006;2: 4.
79. Imamura F, Micha R, Khatibzadeh S, Fahimi S, Shi P, Powles J, et al. Dietary quality among men and women in 187 countries in 1990 and 2010: a systematic assessment. *Lancet Glob Health.* 2015;3: e132–e142.

80. Porter JR, Xie L, Challinor AJ, Cochrane K, Howden SM, Iqbal MM, et al. Food Security and Food Production Systems. Intergovernmental Panel in Climate Change (IPCC); 2014. Report No.: Chapter 7. Disponible en: [http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-Chap7\\_FGDall.pdf](http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-Chap7_FGDall.pdf)
81. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Livestock 2011: Livestock in food security. Rome, Italy: FAO; 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/i2373e/i2373e.pdf>.
82. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Ganado y Producción animal [Internet]. Actualizado en julio 2014. Disponible en: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/animal\\_production.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/animal_production.html)
83. Savy M, Martin-Prével Y, Traissac P, Eymard-Duvernay S, Delpeuch F. Dietary diversity scores and nutritional status of women change during the seasonal food shortage in rural Burkina Faso. *J Nutr.* 2006;136: 2625–2632.
84. Benefice E, Cames C. Physical activity patterns of rural Senegalese adolescent girls during the dry and rainy seasons measured by movement registration and direct observation methods. *Eur J Clin Nutr.* 1999;53: 636–643.
85. Branca F, Pastore G, Demissie T, Ferro-Luzzi A. The nutritional impact of seasonality in children and adults of rural Ethiopia. *Eur J Clin Nutr.* 1993;47: 840–850.
86. Adams A. Seasonal variations in energy balance among agriculturalists in central Mali: compromise or adaptation? *Eur J Clin Nutr.* 1995;49: 809–823.
87. Ferro-Luzzi A, Morris SS, Taffesse S, Demissie T, D'Amato M. Seasonal undernutrition in rural Ethiopia. Research Report 118. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute; 2001. Disponible en: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr118.pdf>
88. Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc.* 2004;104: 615–635.
89. Ethiopian Health and Nutrition Research Institute ((EHNRI). The Cost of Hunger in Ethiopia [Internet]. African Union Commission, World Food Programme, United Nations Economic Commission for Africa; 2012. Disponible en: <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/wfp-ethiopia-hunger.pdf>
90. United Nations. The Millennium Development Goals [Internet]. 2000. Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/en/home/mdgoverview.html>

91. Nutrition: A Critical Element for People, Food and Nature. In: Food and nutrition security [Internet]. 2012. Disponible en: <http://foodandnutritionsecurity.com/2012/05/06/ethiopia-stretches-her-hands-onto-god/>
92. Woldehanna T, Mekonnen A, Alemu T. Young lives: Ethiopia round 2 survey report. University of Oxford; Department of International Development; Young lives: 2008. Disponible en: <http://www.younglives-ethiopia.org/files/country-reports/young-lives-ethiopia-round-2-survey>
93. Frehiwot F. Food Insecurity and Its Determinants in Rural Households in Amhara Region. School of Graduate studies, Faculty of Business and Economics, Department of Economics, Addis Ababa University; 2007.
94. Ethiopian Federal Ministry of Health, Family Health Department. National Guideline for Control and Prevention of Micronutrient Deficiencies. Addis Ababa: Ethiopian Federal Ministry of Health; 2004. Disponible en: [http://www.aedlinkagesethiopia.org/My\\_Homepage\\_Files/Download/Micronutrients%20guideline.pdf](http://www.aedlinkagesethiopia.org/My_Homepage_Files/Download/Micronutrients%20guideline.pdf)
95. Von Braun J, Olofinbiyi T. Famine and Food Insecurity in Ethiopia. Case Stud Food Policy Dev Ctries Domest Policies Mark Prod Environ. 2009;2: 175.
96. Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN). Building Platforms for Scaling Up Nutrition. GAIN; 2011. Disponible en: [http://www.gainhealth.org/wp-content/uploads/2014/10/Annual\\_Report\\_2010-2011.pdf](http://www.gainhealth.org/wp-content/uploads/2014/10/Annual_Report_2010-2011.pdf)
97. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Nutrition Country Profile. Federal Democratic Republic of Ethiopia. FAO; 2008. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/ap834e/ap834e.pdf>
98. Berhane G, Paulos Z, Tafere K, Tamru S. Foodgrain consumption and calorie intake patterns in Ethiopia. Ethiopia Strategy Support Program II (ESSPII). ESSP II Working Paper No. 23. Addis Ababa: International Food Policy Research Institute; 2011. Disponible en: <http://www.ifpri.org/publication/foodgrain-consumption-and-calorie-intake-patterns-ethiopia>
99. Coates J, Rogers BL, Webb P, Maxwell D, Houser R, McDonald C. Diet diversity study. Friedman School of Nutrition Science and Policy; 2007.
100. Chaillot C. The Ethiopian Orthodox Church. Wiley-Blackwell Companion Afr Relig. 2012; 234.
101. Ayele Z, Peacock C. Improving access to and consumption of animal source foods in rural households: the experiences of a women-focused goat development program in the highlands of Ethiopia. J Nutr. 2003;133: 3981S-3986S.

102. Dorosh P, Schmidt E. The Rural-Urban Transformation in Ethiopia. Addis Ababa: International Food Policy Research Institute; 2010.
103. Central Statistical Agency. The 2007 Population and Housing Census of Ethiopia. Addis Ababa: The Ethiopian Central Statistical Agency; 2008. Disponible en: [http://www.csa.gov.et/newcsaweb/images/documents/surveys/Population%20and%20Housing%20census/ETH-pop-2007/survey0/data/Doc/Reports/National\\_Statistical.pdf](http://www.csa.gov.et/newcsaweb/images/documents/surveys/Population%20and%20Housing%20census/ETH-pop-2007/survey0/data/Doc/Reports/National_Statistical.pdf)
104. Alvar J, Bashaye S, Argaw D, Cruz I, Aparicio P, Kassa A, et al. Kala-azar outbreak in Libo Kemkem, Ethiopia: epidemiologic and parasitologic assessment. *Am J Trop Med Hyg.* 2007;77: 275–282.
105. Asfaw S, Shiferaw B, Simtowe F, Muricho G, Abate T, Ferede S. Socio-economic Assessment of Legume Production, Farmer Technology Choice, Market Linkages, Institutions and Poverty in Rural Ethiopia: Institutions, Markets, Policy and Impacts Research Report No. 3. *Field Crops Res.* 2010;36: 103–111.
106. World Health Organization (WHO). WHO child growth standards length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva, Switzerland: WHO; 2006. Disponible en: [http://www.who.int/childgrowth/standards/Technical\\_report.pdf](http://www.who.int/childgrowth/standards/Technical_report.pdf)
107. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG). Assessing population zinc status with serum zinc concentration [Internet]. IZiNCG; 2007. Disponible en: [http://www.zinc.org/applications/resourceserve/izincg\\_technical\\_brief\\_no\\_2](http://www.zinc.org/applications/resourceserve/izincg_technical_brief_no_2)
108. Schneider JM, Fujii ML, Lamp CL, Lönnerdal B, Zidenberg-Cherr S. The Prevalence of Low Serum Zinc and Copper Levels and Dietary Habits Associated with Serum Zinc and Copper in 12- to 36-Month-Old Children from Low-Income Families at Risk for Iron Deficiency. *J Am Diet Assoc.* 2007;107: 1924–1929.
109. World Health Organization (WHO). Indicators for assessing vitamin A deficiency and their application in monitoring and evaluating intervention programmes. Geneva, Switzerland: WHO; 1996. Disponible en: [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/vitamin\\_a\\_deficiency/WHONUT96.10.pdf?ua=1](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/vitamin_a_deficiency/WHONUT96.10.pdf?ua=1)
110. Bischoff-Ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *AmJClinNutr.* 2006;84: 18–28.



111. Fotso J-C, Kuate-Defo B. Measuring socioeconomic status in health research in developing countries: Should we be focusing on households, communities or both? *Soc Indic Res.* 2005;72: 189–237.
112. Kumaranayake L, Vyas S. Constructing socio-economic status indices: How to use principal component analysis. *Health Policy Plan.* 2006;21: 459–468.
113. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Assessment of Nutritional Status in Urban Areas [Internet]. FAO; 2010. Disponible en: [http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/urban\\_assessment\\_en.stm](http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/urban_assessment_en.stm).
114. Ricci JA, Becker S. Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines. *Am J Clin Nutr.* 1996;63: 966–975.
115. Mekonnen H, Tadesse T, Kisi T. Malnutrition and its Correlates among Rural Primary School Children of Fogera District, Northwest Ethiopia. *J Nutr Disord Ther S.* 2013;12: 2161–0509.
116. Hall A, Kassa T, Demissie T, Degefie T, Lee S. National survey of the health and nutrition of schoolchildren in Ethiopia. *Trop Med Int Health.* 2008;13: 1518–1526.
117. Katona P, Katona-Apte J. The interaction between nutrition and infection. *Clin Infect Dis.* 2008;46: 1582–1588.
118. Custodio E, Sánchez I, Benito A, Roche J, Descalzo MA, Villamor E, et al. Nutritional and socio-economic factors associated with *Plasmodium falciparum* infection in children from Equatorial Guinea: Results from a nationally representative survey. *Malar J.* 2009 Oct 8; 8:225.
119. Ayele DG, Zewotir TT, Mwambi HG. Prevalence and risk factors of malaria in Ethiopia. *Malar J.* 2012;11: 10–1186.
120. Sordo L, Gadisa E, Custodio E, Cruz I, Simón F, Abraham Z, et al. Low prevalence of *Leishmania* infection in post-epidemic areas of Libo Kemkem, Ethiopia. *Am J Trop Med Hyg.* 2012;86: 955–958.
121. Mahmud MA, Spigt M, Mulugeta Bezabih A, López Pavon I, Dinant G-J, Blanco Velasco R. Risk factors for intestinal parasitosis, anaemia, and malnutrition among school children in Ethiopia. *Pathog Glob Health.* 2013;107: 58–65.
122. Amare B, Ali J, Moges B, Yismaw G, Belyhun Y, Gebretsadik S, et al. Nutritional status, intestinal parasite infection and allergy among school children in Northwest Ethiopia. *BMC Pediatr.* 2013;13: 7.

123. Ehrhardt S, Burchard GD, Mantel C, Cramer JP, Kaiser S, Kubo M, et al. Malaria, anemia, and malnutrition in African children—defining intervention priorities. *J Infect Dis.* 2006;194: 108–114.
124. Neumann CG, Bwibo NO, Murphy SP, Sigman M, Whaley S, Allen LH, et al. Animal source foods improve dietary quality, micronutrient status, growth and cognitive function in Kenyan school children: background, study design and baseline findings. *J Nutr.* 2003;133: 3941S–3949S.
125. Siekmann JH, Allen LH, Bwibo NO, Demment MW, Murphy SP, Neumann CG. Kenyan school children have multiple micronutrient deficiencies, but increased plasma vitamin B-12 is the only detectable micronutrient response to meat or milk supplementation. *J Nutr.* 2003;133: 3972S–3980S.
126. International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT), Food and Agriculture Organisation (FAO). The world sorghum and millet economies: facts, trends and outlook. Rome, Italy: FAO; 1996. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W1808E/W1808E00.htm>
127. Girma W, Genebo T. Determinants of nutritional status of women and children in Ethiopia. Calverton Md USA: ORC Macro; 2002; Disponible en: <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FA39/02-nutrition.pdf>
128. Coates J, Swindale A, Bilinsky P. Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) for measurement of food access: indicator guide. Washington DC: USAID; 2007. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/eufao-fsi4dm/doc-training/hfias.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/doc-training/hfias.pdf)
129. Filmer D, Friedman J, Schady N. Development, modernization, and childbearing: The role of family sex composition. *World Bank Econ Rev.* 2009;1hp009.
130. Glewwe P. The impact of child health and nutrition on education in developing countries: theory, econometric issues, and recent empirical evidence. *Food Nutr Bull.* 2005;26: 235–250.
131. Abuya B, Onsomu E, Kimani J, Moore D. Influence of maternal education on child immunization and stunting in Kenya. *Matern Child Health J.* 2011;15: 1389–1399.
132. Belachew T, Lindstrom D, Gebremariam A, Hogan D, Lachat C, Huybregts L, et al. Food insecurity, food based coping strategies and suboptimal dietary practices of adolescents in Jimma zone Southwest Ethiopia. *PloS One.* 2013;8: e57643.
133. Haidar J, Kogi-Makau W. Gender differences in the household-headship and nutritional status of pre-school children. *East Afr Med J.* 2009;86.

134. Inter-Agency Standing Committee. Women, girls, boys and men: different needs-equal opportunities [Internet]. Inter-Agency Standing Committee; 2006. Disponible en: <http://www.humanitarianinfo.org/iasc/gender>.
135. De Onis M, Blössner M, Borghi E. Prevalence and trends of stunting among pre-school children, 1990–2020. *Public Health Nutr*. 2012;15: 142–148.
136. Irwin L, Siddiqi A, Hertzman C. Early child development: a powerful equalizer. Final Report for the World Health Organization's Commission on the Social Determinants of Health. Geneva, Switzerland: WHO; 2007. Disponible en: [http://www.who.int/social\\_determinants/resources/ecd\\_kn\\_report\\_07\\_2007.pdf](http://www.who.int/social_determinants/resources/ecd_kn_report_07_2007.pdf)
137. Kim SH. Dietary copper intakes and nutritional status of copper in serum among elementary schoolchildren in Chungnam province in Korea: Comparison between remote rural and urban areas. *Korean J Nutr*. 2006;39: 381–391.
138. Kassu A, Yabutani T, Mulu A, Tessema B, Ota F. Serum zinc, copper, selenium, calcium, and magnesium levels in pregnant and non-pregnant women in Gondar, Northwest Ethiopia. *Biol Trace Elem Res*. 2008;122: 97–106.
139. Arnaud J, Fleites-Mestre P, Chassagne M, Verdura T, Garcia IG, Hernandez-Fernandez T, et al. Vitamin B intake and status in healthy Havanan men, 2 years after the Cuban neuropathy epidemic. *Br J Nutr*. 2001;85: 741–748.
140. Lim H-S, Heo Y-R. Plasma total homocysteine, folate, and vitamin B12 status in Korean adults. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2002;48: 290–297.
141. Sauberlich HE. Laboratory tests for the assessment of nutritional status. Boca Raton: CRC Press; 1999.
142. Gillespie S, Johnston JL, Initiative M. Expert Consultation on Anemia Determinants and Interventions: Proceedings of a Conference Held in September 16-17, 1997, Ottawa, Canada. Micronutrient Initiative; 1998.
143. Gibson RS, Abebe Y, Stabler S, Allen RH, Westcott JE, Stoecker BJ, et al. Zinc, gravaida, infection, and iron, but not vitamin B-12 or folate status, predict hemoglobin during pregnancy in Southern Ethiopia. *J Nutr*. 2008;138: 581–586.
144. Das JK, Salam RA, Kumar R, Bhutta ZA. Micronutrients food fortification and its impact on woman and child health: a systematic review. *SystRev*. 2013;2: 67. doi:10.1186/2046-4053-2-67

145. Kassaye T, Receveur O, Johns T, Becklake MR. Prevalence of vitamin A deficiency in children aged 6-9 years in Wukro, northern Ethiopia. *Bull World Health Organ.* 2001;79: 415–422.
146. Demissie T, Ali A, Mekonen Y, Haider J, Umata M. Magnitude and distribution of vitamin A deficiency in Ethiopia. *Food Nutr Bull.* 2010;31: 234–241.
147. Prentice A, Schoenmakers I, Jones KS, Jarjou LM, Goldberg GR. Vitamin D deficiency and its health consequences in Africa. *Clin Rev Bone Miner Metab.* 2009;7: 94–106.
148. Degarege A, Animut A, Legesse M, Erko B. Malaria and helminth co-infections in outpatients of Alaba Kulito Health Center, southern Ethiopia: a cross sectional study. *BMC Res Notes.* 2010;3: 143.
149. World Health Organization (WHO). Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control. Geneva, Switzerland: WHO; 2001. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66914/1/WHO\\_NHD\\_01.3.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66914/1/WHO_NHD_01.3.pdf?ua=1)
150. Hermiston ML, Mentzer WC. A practical approach to the evaluation of the anemic child. *Pediatr Clin North Am.* 2002;49: 877–891.
151. Brown KH, Rivera JA, Bhutta Z, Gibson RS, King JC, Lonnerdal B, et al. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) technical document #1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Japan; 2004 Mar. Disponible en: <http://izincg.org/files/izincgtechdocfnb2004.pdf>
152. Gebremedhin S, Enquselassie F, Umata M. Prevalence of prenatal zinc deficiency and its association with socio-demographic, dietary and health care related factors in rural Sidama, Southern Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11: 898.
153. Santana-Morales MA, Quispe-Ricalde MA, Afonso-Lehmann RN, Berzosa P, Lorenzo-Morales J, Tiziano G, et al. Haemoglobin levels for population from Gambo, a rural area of Ethiopia, and their association with anaemia and malaria. *Malar J.* 2013;12: 435.
154. Semba RD. *The Vitamin A Story: Lifting the Shadow of Death.* Karger Medical and Scientific Publishers; 2012.
155. Radhika MS, Bhaskaram P, Balakrishna N, Ramalakshmi BA. Red palm oil supplementation: a feasible diet-based approach to improve the vitamin A status of pregnant women and their infants. *Food Nutr Bull.* 2003;24: 208–217.

156. Holick M, Matsuoka L, Wortsman J. Age, vitamin D, and solar ultraviolet. *The Lancet*. 1989;334: 1104–1105.
157. Arabi A, El Rassi R, Fuleihan GE-H. Hypovitaminosis D in developing countries—prevalence, risk factors and outcomes. *Nat Rev Endocrinol*. 2010;6: 550–561.
158. Lulseged S, Fitwi G. Vitamin D deficiency rickets: socio-demographic and clinical risk factors in children seen at a referral hospital in Addis Ababa. *East Afr Med J*. 1999;76: 457–461.
159. Dong Y, Pollock N, Stallmann-Jorgensen IS, Gutin B, Lan L, Chen TC, et al. Low 25-hydroxyvitamin D levels in adolescents: race, season, adiposity, physical activity, and fitness. *Pediatrics*. 2010;125: 1104–1111.
160. Herrador Z, Gadisa E, Moreno J, Nieto J, Benito A, Aseffa A, et al. Cross-Sectional Study of Malnutrition and Associated Factors among School Aged Children in Rural and Urban Settings of Fogera and Libo Kemkem Districts, Ethiopia. *PloS One*. 2014;9.
161. Belachew T, Nida H, Getaneh T, Woldemariam D, Getinet W. Calcium deficiency and causation of rickets in Ethiopian children. *East Afr Med J*. 2005;82.
162. Custodio E, Gadisa E, Sordo L, Cruz I, Moreno J, Nieto J, et al. Factors associated with leishmania asymptomatic infection: results from a cross-sectional survey in highland northern ethiopia. *PLoS Negl Trop Dis*. 2012;6: e1813.
163. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Targeting for nutrition improvement: resources for advancing nutritional well-being. Rome, Italy: FAO; 2001. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/y1329e/y1329e00.htm>
164. Haidar J. Prevalence of anaemia, deficiencies of iron and folic acid and their determinants in Ethiopian women. *JHealth Popul*. 2010;28: 359–368.
165. Ethiopian Investment Agency. Investment Opportunity Profile for Palm oil Production [Internet]. 2012. Disponible en: <http://ethemb.se/beta/a/wp-content/uploads/2013/07/Palm-Oil-Production-in-Ethiopia.pdf>
166. Ross J, Loftas T. Dimensions of need: an atlas of food and agriculture. Food & Agriculture Org.; 1995.
167. Mekonnen A, Jones N, Tefera B. Tackling child malnutrition in Ethiopia: do the sustainable development poverty reduction programme's underlying policy assumptions reflect local realities? *Young Lives-Save Child Work Pap*. 2005;19. Disponible en: <http://www.younglives.org.uk/files/working-papers/wp19-tackling->

child-malnutrition-in-ethiopia-do-the-sustainable-development-poverty-reduction-programme2019s-underlying-policy-assumptions-reflect-local-realities

168. Goshu D, Kassa B, Ketema M. Measuring diet quantity and quality dimensions of food security in rural Ethiopia. *J Dev Agric Econ.* 2013;5: 174–185. doi:10.5897/JDAE12.141
169. Viswanath N. The Hierarchy of Poor: The Tension between Favoring Smallholder Farmers or Domestic Consumers in Ethiopian Agricultural Development. *Afr Policy J.* 2012;8: 30.
170. Paulos Z. Impact of Soaring Food Price in Ethiopia: Does Location Matter? *Intl Food Policy Res Inst;* 2009.
171. BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna. Sustainable development of the fisheries value chain and fish processing capacity for economic livelihoods, food security and job creation in Amhara and SNNP Regions, Ethiopia. United Nations Industrial Development Organization; 2014. Disponible en: [https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt\\_uebersicht?sprache\\_in=en&menue\\_id\\_in=300&id\\_in=10146](https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=en&menue_id_in=300&id_in=10146)
172. Gordon A, Demissie S, Tadesse M. Marketing systems for fish from Lake Tana, Ethiopia: opportunities for improved marketing and livelihoods. *IPMS Improv Product Mark Success Ethiop Farmers Proj Work Pap;* 2007. Disponible en: [https://ilri.org/InfoServ/Webpub/fulldocs/IPMSMarketingSystems/IPMSWorking\\_Paper2.pdf](https://ilri.org/InfoServ/Webpub/fulldocs/IPMSMarketingSystems/IPMSWorking_Paper2.pdf)
173. United States Agency for International Development (USAID). Dairy Value Chains, End Markets and Food Security. Cooperative Agreement 663-A-00-05-00431-00. Land O'Lakes, Inc; 2010. Disponible en: [http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Dairy%20Industry%20Development%20Assessment\\_0.pdf](http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Dairy%20Industry%20Development%20Assessment_0.pdf)
174. United States Agency for International Development (USAID). 2014 School Milk Day Campaign Kick-off. [Internet]. Mekelle, Tigray; 20 Oct 2014. Disponible en: [http://ethiopia.usembassy.gov/pr\\_037.html](http://ethiopia.usembassy.gov/pr_037.html)
175. Amare, Y, Adal, Y, Tolossa, D, Castro, AP, Little, PD. Food Security and Resource Access: A Final Report on the Community Assessments in South Wello and Oromiya Zones of Amhara Region, Ethiopia. Institute for Development Research, Addis Ababa University; 2000. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnacl384.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacl384.pdf)
176. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission to Ethiopia [Internet]. FAO Global Information and Early Warning System on Food and

- Agriculture World Food Programme; 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/ak346e/ak346e00.htm>
177. Walker SP, Wachs TD, Gardner JM, Lozoff B, Wasserman GA, Pollitt E, et al. Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Lancet*. 2007 Jan 13;369(9556):145-57.
  178. Allen L, De Benoist B, Dary O, Hurrell R. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva: World Health Organization (WHO) and Rome: Food and Agriculture Organization (FAO); 2006. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012\\_eng.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012_eng.pdf?ua=1)
  179. Savage JS, Fisher JO, Birch LL. Parental influence on eating behavior: conception to adolescence. *J Law Med Ethics*. 2007;35: 22–34.
  180. Nguyen PH, Avula R, Ruel MT, Saha KK, Ali D, Tran LM, et al. Maternal and child dietary diversity are associated in Bangladesh, Vietnam, and Ethiopia. *J Nutr*. 2013;143: 1176–1183.
  181. De Rezende MJ. Inequalities, Exclusions and Social Engineering: the “Human Development Report (HDR/UNDP/UNO)” Proposal of 2004. *Investig Desarro*. 2010;18: 218–241.
  182. Keding GB, Msuya JM, Maass BL, Krawinkel MB. Relating dietary diversity and food variety scores to vegetable production and socio-economic status of women in rural Tanzania. *Food Secur*. 2012;4: 129–140.
  183. Helen Keller International, Bangladesh. Bangladesh. When the decision-maker is a woman: does it make a difference for the nutritional status of mothers and children? *Nutritional Surveillance Project Bulletin No 8*. Nov 2001.
  184. Gebre GG. Determinants of food insecurity among households in Addis Ababa city, Ethiopia. *Interdiscip Descr Complex Syst*. 2012;10: 159–173.
  185. United Nations Children’s Fund (UNICEF). Summary of Food Security and Vulnerability in Selected Urban Centers of Ethiopia [Internet]. Addis Ababa; Ethiopia: UNICEF; 2009. Disponible en: <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp221386.pdf>
  186. Tolossa D. Household Seasonal Food Insecurity in Oromiya Zone, Ethiopia: Causes. Organization for Social Science Research in Eastern and Southern Africa (OSSREA); 2002. Disponible en: <http://dspace.africaportal.org/jspui/bitstream/123456789/31903/1/ssr-r-series-26.pdf?1>

187. Headey D, Ecker O. Improving the measurement of food security. IFPRI Discuss Pap; 2012. Disponible en: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp01225.pdf>
188. Herrador Z, Sordo L, Gadisa E, Buño A, Gómez-Rioja R, Iturzaeta JM, et al. Micronutrient Deficiencies and Related Factors in School-Aged Children in Ethiopia: A Cross-Sectional Study in Libo Kemkem and Fogera Districts, Amhara Regional State. *PloS One*. 2014;9: e112858.
189. Belachew T, Yemane T. Dietary diversity among people 40 years and above in Jimma Town. *Ethiop J Health Sci*. 2007;17.
190. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), World Food Programme (WFP). The state of food insecurity in the world, 2013 : the multiple dimensions of food security. [Internet]. Rome, Italy: FAO; 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3434e/i3434e.pdf>
191. Dillon A, McGee K, Oseni G. Agricultural production, dietary diversity, and climate variability. World Bank Policy Res Work Pap 7022. World Bank Group; 2014. Disponible en: [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2014/09/04/000158349\\_20140904134125/Rendered/PDF/WPS7022.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2014/09/04/000158349_20140904134125/Rendered/PDF/WPS7022.pdf)
192. Bhaskaram P. Micronutrient malnutrition, infection, and immunity: an overview. *Nutr Rev*. 2002;60: S40–S45.
193. De Benoist B, Darnton-Hill I, Lynch S, Allen L, Savioli L. Zinc and iron supplementation trials in Nepal and Tanzania. *Lancet*. 2006;367: 816.
194. Uscátegui RM, Correa AM, Carmona-Fonseca J. Changes in retinol, hemoglobin and ferritin concentrations in Colombian children with malaria. *Biomedica*. 2009;29: 270–281.
195. Micronutrient Initiative (MI), Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN), United States Agency for International Development (USAID), The World Bank, United Nations Children's Fund (UNICEF). Investing in the Future: A United Call to Action on Vitamin and Mineral Deficiencies. 2009. Disponible en: [http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing\\_in\\_the\\_future.pdf](http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing_in_the_future.pdf)



## **9 ANEXOS**

## 9.1 Anexo 1. Cuestionarios utilizados en el trabajo de campo

### 9.1.1 Cuestionario clínico y antropométrico. Mayo 2009.

To be filled by SUPERVISOR only AFTER cohorts participants have been identified by LST Data collector 48 HOURS after survey.		YES <input type="checkbox"/> COHORTS' STUDY NO <input type="checkbox"/>
<b>CLINICAL AND ANTHROPOMETRIC QUESTIONNAIRE</b>  Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Ethiopian calendar (day/month/year)  Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> G.C. (day/month/year) <i>(to be filled by the supervisor)</i>		<b>Stick the Individual ID Sticker here</b>
Woreda <input type="text"/> Kebele <input type="text"/> Gott <input type="text"/>		
<b>1. ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS</b>		
1.1 NAME of CHILD <input type="text"/>		
1.2 DATE OF BIRTH <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> (dd/mm/yyyy) 99. Unknown	1.3 AGE <input type="text"/> <input type="text"/> YEARS (Calculated with date of birth)	
1.4 Approximate age if date of birth is Unknown <input type="text"/> <input type="text"/> YEARS		
1.5 SEX      1. Male      2. Female      99. Unknown		
1.6 WEIGHT <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> KGS	1.7 HEIGHT <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> CMS	
1.8 BILATERAL EDEMA      YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
1.9 Has the child received vit A supplementation in the last 6 months?      1. YES      2. NO      99. Unknown		
1.9.1 If Yes, How long ago? <input type="text"/> specify time units		
<b>CALCULATING NUTRITIONAL INDICES (To be done after data collection)</b>		
<b>A. CHRONIC MALNUTRITION</b>		
1. Look in the table for the height value for same <u>sex</u> and <u>age</u>		Height table value <input type="text"/>
2. Is the child chronically malnourished?		Height table value $\geq$ Height of Child      1. YES Height table value $<$ Height of Child      2. NO
<b>B. ACUTE MALNUTRITION</b>		
1. Divide the height in cms by 100 to obtain the height in meters:		
HEIGHT <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> CMS / 100 = <input type="text"/> <input type="text"/> MTS		
2. Calculate the BMI using the formula below:		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">             WEIGHT (KGS)  <input type="text"/>              BMI = <input type="text"/> </div> <div style="text-align: center;">             BMI = <input type="text"/> </div> <div style="text-align: center;">             BMI = <input type="text"/> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">             HEIGHT (MTS) X HEIGHT (MTS)  <input type="text"/> X <input type="text"/> </div> <div style="text-align: center;">             BMI table value <input type="text"/> </div> </div>		
2. Look in the table for the BMI table value for same <u>sex</u> and <u>age</u>		BMI table value <input type="text"/>
3. Is the child acutely malnourished?		BMI table value $\geq$ BMI of Child OR Bilateral Edema      1. YES BMI table value $<$ BMI of Child      2. NO

## 2. CLINICAL EXAMINATION

To be recorded by the interviewer's personal examination:

Stick the Individual ID  
Sticker Here

2.0 NAME of the CHILD \_\_\_\_\_

2.1 SPLENOMEGALY 1. Yes 2. No 99. Unknown

2.2 FEVER  °C

To be asked to the person in charge of the child.

2.3 Did (CHILD's name) have fever in the last 15 days? 1. Yes 2. No 99. Unknown

2.4 Did (CHILD's name) had weight loss? 1. Yes 2. No 99. Unknown

2.5 Has (CHILD's name) ever had kala azar? 1. Yes 2. No 99. Unknown

If YES go to question 2.5.1 if NO or UNKNOWN skip to section 3. TESTS

2.5.1 Has (CHILD's name) been treated? 1. Yes 2. No 99. Unknown

2.5.1.1 If YES, had (CHILD's name) had PKDL? 1. Yes 2. No 99. Unknown

2.5.2 Has (CHILD's name) traveled in the last seven years outside the current residence area?

1. Yes 2. No 99. Unknown

2.5.3 If yes, to where? \_\_\_\_\_

2.5.4 If yes, when was the symptom of KA seen?

1. Before travel 2. After travel 99. Unknown

If After travel, how long after return were the symptoms of KA seen?

specify time units

## 3. DIAGNOSTIC TESTS

Have the following tests been accomplished?

3.1 DAT 1. Yes 2. No 99. Unknown

DAT RESULT

To be  
completed  
in the  
laboratory

3.2 RK-39 strip 1. Yes 2. No 99. Unknown

RK39 strip RESULT

To be  
completed  
same day in  
the field

3.3 LST 1. Yes 2. No 99. Unknown

LST RESULT

To be  
completed  
in the field  
after 48

OBSERVATIONS:

Filled by:

Date \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Interviewer's Name \_\_\_\_\_

Interviewer's Signature \_\_\_\_\_

Checked by:

Date \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Supervisor Name \_\_\_\_\_

Supervisor's Signature \_\_\_\_\_



### 9.1.2 Cuestionarios individual. Mayo 2009.

To be completed by SUPERVISOR only AFTER cohorts participants have been identified by LST Data Collector 48 HOURS after survey. **COHORTS' STUDY**

YES ☐

NO ☐

### INDIVIDUAL QUESTIONNAIRE

ID:

**Stick**  
**Individual Sticker Here**

Date    /    /    Ethiopian calendar (day/month/year)

Date    /    /    G.C (day/month/year) (to be filled by the supervisor)

Woreda	Kebele	Gott
--------	--------	------

### 1. Sociodemographic characteristics

1.1 What is the CHILD'S name?

1.2 What is (CHILD'S) date of birth? / / (day/month/year) 99.Unknown

1.3	If date of birth UNKNOWN, what is (CHILD'S) aproximate age?	years
-----	---	-------

1.4 Sex            1. Male            2. Female            99. Unknown

1.5 Where does (CHILD'S NAME) sleep most of the time?

1. Inside room in the house  
2. Outside of the house  
98. Other \_\_\_\_\_ (specify)  
99. Unknown

1.6	Does (CHILD'S NAME) ever sleep outside?	1. Yes	2. No	99. Unknown
-----	---	--------	-------	-------------

If YES, continue to question 1.6.1, if NO or UNKNOWN skip to question 1.7.

1.6.1 If yes, in what season and how frequently does CHILD'S NAME sleep outside?  
Encircle the appropriate number from table below.

	SLEEPS OUTSIDE			
Season	Always	Sometimes	Never	Unknown
Cold season	1	2	3	99
Hot season	1	2	3	99
Rainy season	1	2	3	99

1.7 Does (CHILD'S NAME) ever sleep under a bednet? 1. Yes 2. No 99. Unknown

1.8	Does (CHILD'S NAME) herd the cattle?	1.Yes	2. No	99. Unknown
-----	--------------------------------------	-------	-------	-------------

If YES continue to question 1.8.1, if NO or UNKNOWN skip to section 2. Dietary. 24 hour recall.

1.8.1 If yes, does (CHILD'S NAME) rest under acacia trees during the day?

1. Yes      2. No      99. Unknown

**2. Dietary. 24 Hour recall.**

**2.1** Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday at breakfast? 1.Yes 2. No 99. Unknown

**2.1.1** If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.

Food	Ingredients	Quantity

**2.2** Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday before lunch? 1.Yes 2. No 99. Unknown

**2.2.1** If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.

Food	Ingredients	Quantity

**2.3** Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday at lunch? 1.Yes 2. No 99. Unknown

**2.3.1** If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.

Food	Ingredients	Quantity

**2.4** Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday before dinner? 1.Yes 2. No 99. Unknown

**2.4.1** If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.

Food	Ingredients	Quantity

**2.5** Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday at night? 1.Yes 2. No 99. Unknown

**2.5.1** If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.

Food	Ingredients	Quantity

OBSERVATIONS

**Filled by:**

Date     /    /    

Interviewer's name                                     

Interviewer's signature                                     

**Checked by:**

Date     /    /    

Supervisor's name                                     

Supervisor's signature                                     



### 9.1.3 Cuestionario del hogar. Mayo 2009.

#### HOUSEHOLD LEVEL QUESTIONNAIRE

ID:

Stick the  
Household ID  
sticker here

Date \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Ethiopian calendar (day/month/year)

Date \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ G.C. (day/month/year) (to be filled by the supervisor)

Woreda \_\_\_\_\_ Kebele \_\_\_\_\_ Gott \_\_\_\_\_

Id.1 How many children between 4 and 15 years of age are there in the household?

--	--

What are their names, age and sex? Are they reachable for the survey? Fill the table below.

NAME OF CHILD	Sex M/F	Age (Yrs)	At Reach Yes/No	ONLY if they are AT REACH for the survey PLACE THE STICKER in the space below.
				Stick Individual ID sticker here
				Stick Individual ID sticker here
				Stick Individual ID sticker here
				Stick Individual ID sticker here
				Stick Individual ID sticker here
				Stick Individual ID sticker here

If there is at least one child in the 4-15 years age range continue with the questionnaire if NOT, go to the next household assigned by your supervisor.

Id.2 Name of person interviewed \_\_\_\_\_

Id.3 What is the relationship of person interviewed with the head of the household?

- 1. Head of household himself/herself
- 2. Wife
- 3. Daughter
- 4. Son
- 98. Other \_\_\_\_\_
- 99. Unknown



## 1. Head of household and family information

1.1. What is the name of the head of the household? \_\_\_\_\_ 99. Unknown

1.2. What is the age of the head of the household? 

--	--

**years** 99. Unknown

1.3. What is the sex of the head of the household? 1. Male 2. Female 99. Unknown

1.4. What is the religion of the household? 1. Orthodox  
2. Muslim  
3. Catholic  
4. Protestant  
98. Other (specify) \_\_\_\_\_  
99. Unknown

1.5. How many people in the family ? 

--	--

**persons** 99. Unknown

1.7. What is the MAIN occupation of the head of the household? 1. Farmer  
2. Cattle herder  
3. Laborer  
4. Trader  
5. Civil servant  
98. Others \_\_\_\_\_  
99. Unknown

1.8. Can the head of household read and write? 1. Yes 2. No 99. Unknown

1.9. How many years did the head of the household go to school? 

--

**years** 99. Unknown

## 2. Household characteristics

2.1. What are the predominant materials of which the house is constructed?

<p>2.1.1. Roof</p> <p>1. Corrugated iron</p> <p>2. Straw</p> <p>98. Other (specify) _____</p> <p>99. Unknown</p>	<p>2.1.2. Floor</p> <p>1. Pasted with cow dung</p> <p>2. Earthen</p> <p>3. Cemented</p> <p>98. Other (specify) _____</p> <p>99. Unknown</p>
--	---

<p>2.1.3. Wall</p> <p>1. Clay</p> <p>2. Brick</p> <p>3. Tin</p> <p>98. Other (specify) _____</p> <p>99. Unknown</p>	<p>2.1.4. Condition of the wall</p> <p>1. Cracks in almost all walls</p> <p>2. Cracks in some walls</p> <p>3. No cracks</p> <p>99. Unknown</p>
---	--

2.2. Does the household has electricity? 1. Yes 2. No 99. Unknown

2.3. Does the household has radio? 1. Yes 2. No 99. Unknown



2.4 Does the household own land? 1.Yes 2. No 99. Unknown

If YES, go to question 2.4.1, if NO or UNKNOWN, skip to question 2.5

2.4.1 How much land does the household own?  Hgs. 99. Unknown

2.4.2 What are the most common agricultural products of the family and how much do you produce?

RECORD ONLY THE 4 MOST IMPORTANT ONES

Agricultural product	Kilograms produced per year
	KGS/YEAR
	KGS/YEAR
	KGS/YEAR
	KGS/YEAR

2.5 Does the household has bednet? 1.Yes 2. No 99. Unknown

2.5.1 If YES, how many bed nets?  bednets 99. Unknown

2.6 Has the house ever been sprayed? 1.Yes 2. No 99. Unknown

2.6.1 If YES, how long ago was the house last sprayed?  (specify time units) 99. Unknown

2.7 Does your household have domestic animals or chickens? 1.Yes 2. No 99. Unknown

If YES go to fill in the table 2.7.1, if NO or UNKNOWN skip to question 2.8.

	How many did you have 3 yrs ago?	How many do you have now?	Do you consume any of its products?	If YES, what do you consume?
Cattle	99. Unk.	99.Unk.	1. Yes 2. No 99.Unk.	99. Unk.
Goat	99. Unk.	99.Unk.	1. Yes 2. No 99.Unk.	99. Unk.
Sheep	99. Unk.	99.Unk.	1. Yes 2. No 99.Unk.	99. Unk.
Chickens	99. Unk.	99.Unk.	1. Yes 2. No 99.Unk.	99. Unk.
Other <input type="text"/>	99. Unk.	99.Unk.	1. Yes 2. No 99.Unk.	99. Unk.

2.7.2 Does your family have an animal shed? 1.Yes 2. No 99. Unknown

2.7.2.1 If YES How far is the animal shed from the living room?  meters

2.8 In the last 3 years, has the household had any dogs? 1.Yes 2. No 99. Unknown

2.8.1 If YES Does the household have dogs today? 1.Yes 2. No 99. Unknown

2.9 Is the house near a termite mound? 1.Yes 2.No 99.Unknown

2.10 Do you dump animal dung near the house? 1.Yes 2.No 99.Unknown



UBS





3. Food preparation

3.1 Who is in charge of preparation of the food? (NAME OF RESPONSIBLE) \_\_\_\_\_

3.2 What is the relationship of (NAME OF RESPONSIBLE) with head of household? 1. Wife  
2. Daughter  
3. Granddaughter  
4. Sister  
5. Other \_\_\_\_\_  
99. Unknown

3.3 How many years did (NAME of RESPONSIBLE) go to school?  years

4. Knowledge about Kala azar of the respondent of the above questions

4.1 Has anyone in the household have had kala azar? 1. Yes 2. No 99. Unknown

4.2 Can you identify Kala azar from other types of disease? 1. Yes 2. No 99. Unknown

4.2.1. If yes, name those symptoms of kala azar that enables you to identify:

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_ 4. \_\_\_\_\_

4.3 What is the cause of Kala azar? \_\_\_\_\_

4.4 Does kala azar have local name? 1. Yes 2. No 99. Unknown

4.5 If YES, what are the local names? \_\_\_\_\_

4.6 What do you think is the best way to control kala azar? \_\_\_\_\_

4.7 What is the source of your knowledge about kala azar? \_\_\_\_\_

4.8 What do you think should be done to control Kala azar?

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS:

Filled by:

Date \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Interviewer's name \_\_\_\_\_

Interviewer's signature \_\_\_\_\_

Checked by:

Date \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Supervisor's name \_\_\_\_\_

Supervisor's signature \_\_\_\_\_



## 9.1.4 Cuestionario de encuesta de seguimiento. Diciembre 2009.

CLINICAL AND ANTHROPOMETRIC QUESTIONNAIRE									
Date	/	/	Ethiopian calendar (day/month/year)				Stick the Individual ID Sticker here		
Date	/	/	G.C. (day/month/year) (to be filled by the supervisor)						
Woreda		Kebele		Gott					
<b>1. ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS</b>									
1.1	NAME of CHILD								
1.2	DATE OF BIRTH		/	/	(dd/mm/yyyy)		99. Unknown		
1.3	APPROXIMATE DATE OF BIRTH (if exact date of birth is Unknown)						/	/	(dd/mm/yyyy) 99. Unknown
1.4	Approximate age if date of birth is Unknown							months	
1.5	SEX	1. Male		2. Female					
1.6	WEIGHT			.			KGS	1.7 HEIGHT	
									CMS
1.8	BILATERAL EDEMA	YES		NO					
1.9	Has the child received vit A supplementation in the last 6 months?						1. YES	2. NO	99. Unknown
	1.9.1 If Yes, How long ago?					months			
<b>2. CLINICAL EXAMINATION</b>									
<i>To be recorded by the interviewer's personal examination:</i>									
2.1	SPLENOMEGALY	1. Yes		2. No		99. Unknown			
2.2	FEVER		° C						
2.3	Head ache	1. yes		2. No		99. unknown			
<i>To be asked to the person in charge of the child.</i>									
2.4	Did (CHILD's name) have fever in the last 15 days?						1. Yes	2. No	99. Unknown
2.5	Did (CHILD's name) have weight loss?						1. Yes	2. No	99. Unknown
2.6	Did (CHILD's name) have head ache that lasted more than 2 weeks?						1. yes	2. No	99. Unknown
2.7	Has (CHILD's name) ever had kala azar?						1. Yes	2. No	99. Unknown
<i>If YES go to question 2.7.1 if NO or UNKNOWN skip to question 2.8</i>									
2.7.1	Has (CHILD's name) been treated?						1. Yes	2. No	99. Unknown
2.5.1.1	If YES, had (CHILD's name) had PKDL?						1. Yes	2. No	99. Unknown
2.7.2	Has (CHILD's name) traveled in the last seven years outside the current residence area?						1. Yes	2. No	99. Unknown
2.7.3	If yes, to where?								
2.7.4	If yes, when was the symptom of KA seen?						1. Before travel	2. After travel	99. Unknown
	If After travel, how long after return were the symptoms of KA seen?								specify time units
2.8	Has (CHILD's name) been treated for malaria in the last six months?						1. Yes	2. No	99. Unknown
<b>3. DIAGNOSTIC TESTS</b>									
Have the following tests been accomplished?									
3.1	DAT	1. Yes	2. No	Unknown		DAT RESULT	To be completed in the laboratory		
3.2	RK-39 strip	1. Yes	2. No	Unknown		RK39 strip RESULT	To be completed same day in the field		

<b>4 Dietary. 24 Hour recall.</b>									
<b>4.1</b>		Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday at breakfast? 1. Yes 2. No 99. Unknown							
		4.1.1 If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.							
		Food		Ingredients		Quantity			
<b>4.2</b>		Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday before lunch? 1. Yes 2. No 99. Unknown							
		4.2.1 If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.							
		Food		Ingredients		Quantity			
<b>4.3</b>		Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday at lunch? 1. Yes 2. No 99. Unknown							
		4.3.1 If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.							
		Food		Ingredients		Quantity			
<b>4.4</b>		Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday before dinner? 1. Yes 2. No 99. Unknown							
		4.4.1 If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.							
		Food		Ingredients		Quantity			
<b>4.5</b>		Did (CHILD'S NAME) eat anything yesterday at night? 1. Yes 2. No 99. Unknown							
		4.5.1 If YES, what did (CHILD'S NAME) eat? Fill table below.							
		Food		Ingredients		Quantity			
OBSERVATIONS:									
Filled by:					Checked by:				
Date		/		/		Date		/	
Interviewer's Name				Supervisor Name					
Interviewer's Signature				Supervisor's Signature					

## 9.2 Anexo 2. Artículos publicados

### 9.2.1 Malnutrición y factores asociados en menores en edad escolar en los distritos de Fogera y Libo Kemkem, Etiopía.

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE



## Cross-Sectional Study of Malnutrition and Associated Factors among School Aged Children in Rural and Urban Settings of Fogera and Libo Kemkem Districts, Ethiopia

Zaida Herrador<sup>1,2</sup>, Luis Sordo<sup>3,4,5</sup>, Endalamaw Gadisa<sup>6</sup>, Javier Moreno<sup>7</sup>, Javier Nieto<sup>7</sup>, Agustín Benito<sup>1,2</sup>, Abraham Aseffa<sup>6</sup>, Carmen Cañavate<sup>7</sup>, Estefania Custodio<sup>1,2\*</sup>

**1** National Centre of Tropical Medicine, Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, Spain, **2** Tropical Diseases Research Network (RICET in Spanish), Madrid, Spain, **3** National Centre of Epidemiology, ISCIII, Madrid, Spain, **4** Department of Preventive Medicine and Public Health, Faculty of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain, **5** Network Biomedical Research Centers, Epidemiology and Public Health (CIBERESP in Spanish), Madrid, Spain, **6** Armauer Hansen Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia, **7** National Centre of Microbiology, ISCIII, Madrid, Spain

### Abstract

**Introduction:** Little information is available on malnutrition-related factors among school-aged children  $\geq 5$  years in Ethiopia. This study describes the prevalence of stunting and thinness and their related factors in Libo Kemkem and Fogera, Amhara Regional State and assesses differences between urban and rural areas.

**Methods:** In this cross-sectional study, anthropometrics and individual and household characteristics data were collected from 886 children. Height-for-age z-score for stunting and body-mass-index-for-age z-score for thinness were computed. Dietary data were collected through a 24-hour recall. Bivariate and backward stepwise multivariable statistical methods were employed to assess malnutrition-associated factors in rural and urban communities.

**Results:** The prevalence of stunting among school-aged children was 42.7% in rural areas and 29.2% in urban areas, while the corresponding figures for thinness were 21.6% and 20.8%. Age differences were significant in both strata. In the rural setting, fever in the previous 2 weeks (OR: 1.62; 95% CI: 1.23–2.32), consumption of food from animal sources (OR: 0.51; 95% CI: 0.29–0.91) and consumption of the family's own cattle products (OR: 0.50; 95% CI: 0.27–0.93), among others factors were significantly associated with stunting, while in the urban setting, only age (OR: 4.62; 95% CI: 2.09–10.21) and years of schooling of the person in charge of food preparation were significant (OR: 0.88; 95% CI: 0.79–0.97). Thinness was statistically associated with number of children living in the house (OR: 1.28; 95% CI: 1.03–1.60) and family rice cultivation (OR: 0.64; 95% CI: 0.41–0.99) in the rural setting, and with consumption of food from animal sources (OR: 0.26; 95% CI: 0.10–0.67) and literacy of head of household (OR: 0.24; 95% CI: 0.09–0.65) in the urban setting.

**Conclusion:** The prevalence of stunting was significantly higher in rural areas, whereas no significant differences were observed for thinness. Various factors were associated with one or both types of malnutrition, and varied by type of setting. To effectively tackle malnutrition, nutritional programs should be oriented to local needs.

**Citation:** Herrador Z, Sordo L, Gadisa E, Moreno J, Nieto J, et al. (2014) Cross-Sectional Study of Malnutrition and Associated Factors among School Aged Children in Rural and Urban Settings of Fogera and Libo Kemkem Districts, Ethiopia. PLoS ONE 9(9): e105880. doi:10.1371/journal.pone.0105880

**Editor:** Heather B. Jaspan, University of Cape Town, South Africa

**Received:** November 20, 2013; **Accepted:** July 29, 2014; **Published:** September 29, 2014

**Copyright:** © 2014 Herrador et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Funding:** The authors gratefully acknowledge the financial support of the UBS-Optimus Foundation in Switzerland, ([www.ubs.com/global/en/wealth\\_management/optimusfoundation.html](http://www.ubs.com/global/en/wealth_management/optimusfoundation.html)), via the Visceral Leishmaniasis and Malnutrition in Amhara State, Ethiopia project, and the Tropical Diseases Research Network in Spain ([www.ricet.es/es/](http://www.ricet.es/es/)) via the VI PN de I+D+I 2008–2011, ISCIII-Subdirección General de Redes y Centros de Investigación Cooperativa RD12/0018/0001 and RD12/0018/0003. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

**Competing Interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

\* Email: [ecustodio2014@gmail.com](mailto:ecustodio2014@gmail.com)

### Introduction

Adequate nutrition is essential during childhood to ensure healthy growth, proper organ formation and function, a strong immune system, and neurological and cognitive development [1]. Nutritional status has a major impact on children's survival mainly due to the synergistic relationships between malnutrition and diseases [2,3]. In Eastern and Southern Africa, malnutrition is a major underlying cause of the persistently high child mortality, contributing to more than a third of all deaths among children under age 5 [4].

The two main anthropometric indicators used to define malnutrition—stunting, and wasting or thinness—represent different histories of nutritional insult to the child. Linear growth retardation (chronic malnutrition or stunting) is frequently associated with repeated exposure to adverse economic conditions, poor sanitation, and the interactive effects of poor nutrient intakes and infection. Low weight-for-height or low body mass index (BMI) for age (acute malnutrition, wasting or thinness) is generally associated with recent illness and/or food deprivation [5].

The causes of childhood malnutrition are diverse, multidimensional, and interrelated. An analytical framework suggested by the

United Nations Children's Fund (UNICEF) categorizes the causes into (a) immediate causes: inadequate dietary intake and illness; (b) underlying causes: insufficient access to food in a household; inadequate health services and unhealthy environment; and inadequate care for children and women at the household level; and (c) basic causes: insufficient current and potential resources at societal level [6]. In Sub-Saharan Africa, various indicators of social economic status have been associated with children's nutritional status, such as maternal and paternal educational level, parental income, and family assets [7–9]. In addition, child nutrition outcomes in developing countries have been characterized by large rural-urban disparities over the last few decades [10].

In Ethiopia, child malnutrition continues to be a major public health problem. According to the Ethiopian National Demographic Health Survey (2011), the prevalence of both wasting and stunting in children under 5 years is very high (10% and 44% respectively) [11], while the situation in older children is not so well known [12,13]. Furthermore, rural-urban disparities in child nutrition, as well as growing urbanization that results in increasing inequalities in urban areas, underlines the need to improve our knowledge of the main drivers of urban-rural differences [14].

The Amhara Region is one of the four primary agricultural regions in Ethiopia [15], and most households rely upon livestock and crop sales to generate cash income. This region, and especially the Tana Zuria Zone, has a moderate population density, fertile soils and good rainfall. For this reason, it is amongst the most food self-sufficient regions in the country [16]. Despite this good regional profile, other factors may be determining the high prevalence of infant malnutrition in this area [17]. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the four pillars of food security are food availability, stability of the food supply, food access and the utilization of food by the body [18]. In our context, availability is strongly affected by seasonality; many households are only able to produce sufficient food to meet their food requirements for less than six months of the year [19]. Food access may be affected by market conditions, but also by cultural and religious practices. For example, the high number of fasting days commemorated by the Ethiopian Orthodox Church, the main religion in the country, may have repercussions on the nutritional status of the community, particularly in rural Ethiopia [20].

Even if people get enough to eat, good nutrition requires access to a sufficient, supply of varied, safe and nutritious food to meet daily nutritional requirements [21]. Although diet diversity questionnaires are extensively used in Ethiopia to investigate relationships between food intake and nutritional status, there is limited knowledge of nutrition outcomes, dietary practices and socioeconomic factors among school-aged children in this specific context [17].

The present study aimed to [22] describe the prevalence of stunting and thinness, and their related factors, including dietary habits, and [23] document the differences in nutritional status across urban and rural areas accounting for household and individual characteristics in school-aged children in Libo Kemkem and Fogera, Amhara regional State, Ethiopia.

## Material and Methods

### Study area and population

The study was carried out during May–June 2009 in the districts (*woredas*) of Libo Kemkem and Fogera (Amhara regional state, Ethiopia). Libo Kemkem and Fogera *woredas* are located in the Tana Zuria Livelihood Zone, within the Amhara Regional State, northwestern Ethiopia at an altitude of 2,000 m above sea

level. According to the 2009 census, the population was 198,374 and 226,595 for Libo Kemkem and Fogera, respectively.

These two districts are located in a black cotton clay soil flat plain. Temperatures are relatively high, but rainfall is unusually abundant, with a mean of 1173 mm per annum. Agricultural activities are dependent on a single rainy season (from June to September). Maize, barley and millet are the main food crops, while rice, vetch and chickpea are the main cash crops. Livestock holdings in sheep and cattle are relatively modest, but livestock and butter sales make a substantial complement to the predominant crop sales. The major hazards to crop production and livestock are pests, occasional flooding, and zoonosis such as anthrax, trypanosomiasis, pasteurellosis and black leg [16].

### Study design

This cross-sectional survey was part of a UBS Opimus Foundation funded project called Visceral Leishmaniasis (VL) and Malnutrition in Amhara State, Ethiopia. Among its specific objectives, the project aimed to characterize nutritional, immunological, and parasitological factors in school-aged children in the districts of Fogera and Libo Kemkem. Other methodological aspects have previously been published [24–26].

Sampling was carried out by multistage cluster survey. A total of 886 children aged 4 to 15 years were recruited. Primary sampling units were sub-districts (*kebeles*) with a high incidence of VL according to the 2008 register of the Addis Zemen VL Treatment Centre: one urban (Addis Zemen) and the rest rural: Bura, Yifag Akababi and Agita from Libo Kemkem, and Sifatra and Rib Gebriel from Fogera. Secondary sampling units were randomly selected villages (*gotts*) in each of the selected sub-districts. Third-stage sampling units were randomly selected households in each of the villages. All children with reported age between 4 and 15 years living in the household at the time of the survey were recruited. Sample size was calculated according to previous estimates of malnutrition for children under age 5 in the area and taking into account a design effect of 2, corresponding to the complex design.

### Data collection

All children were measured and weighed according to standard WHO procedures [27]. Weight was measured to the nearest 0.1 kg on a battery-powered digital scale (SECA 881®). Standing height was measured to the nearest 0.1 cm using a portable adult/infant measuring unit (PE-AIM-101®).

A pre-tested questionnaire translated into Amharic, the local language, was administered to the caretaker/head of household (HH) of each child in the study by trained medical personnel (nurses and health officers).

We asked about individual demographic characteristics, health status and behavior determinants. The following household variables were also recorded: household socio-demographic characteristics, person in charge of food preparation (PCFP), house construction material and assets (land and cultivation, domestic animal assets) and community variables. Dietary data was collected through a 24-hour diet recall.

### Statistical analysis

Stunting and thinness were the main outcomes of interest, defined as height-for-age z-score (HAZ) <−2 and BMI-for-age z-score (BAZ) <−2 respectively. The z-scores were calculated using the WHO 2007 reference (for children ≥5 years) and the WHO Growth Standards (for children <5 years old), both computed by WHO Anthro Plus software.

The dietary data collected through the 24-hour diet recall were computed into 9 food groups (1. Basic staples, 2. Vitamin A rich



fruits and vegetables, 3. Other fruits, 4. Other vegetables, 5. Legumes and pulses, 6. Meat or Fish, 7. Oil, 8. Dairy and 9. Eggs) based on the FAO/FANTA Household Dietary Diversity Questionnaire and Guidelines [21].

Frequencies and percentages were used to summarize data and to explore the differences between rural and urban communities. These differences were assessed by Student's t-test and  $\chi^2$  tests for continuous and categorical variables, respectively.

Bivariate analyses for thinness and stunting and their related factors were performed, with stratification by setting. Age and sex, considered biologically relevant, and all variables associated with each of the outcomes at the  $p < 0.10$  level were included in the multivariable analysis. Logistic regression models stratified by setting for stunting and thinness were obtained by using a manual backward stepwise procedure. P-values less than or equal to 0.05 were considered statistically significant.

Data analysis was performed using Anthro Plus v1.02 (WHO, Geneva, Switzerland) and SPSS version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

### Ethical considerations

The study was approved by the ethical review boards of the Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), the Armauer Hansen Research Institute, and the Ethiopian National Ethical Review Committee. Support letters were obtained from the Amhara Regional State and the *woreda* health bureaus. Parents/guardians gave written informed consent before enrollment of their children in the study.

### Results

#### Description of the sample

The study included a total of 886 children aged 4 to 15 years, of which 462 (52.0%) were males. Around 80% lived in the rural setting and 50.6% presented malnutrition. The prevalence of malnutrition was significantly higher in rural than in urban communities (53% and 42.1% respectively;  $p = 0.006$ ).

The mean HAZ and BAZ for the overall study population were below the WHO references [28],  $-1.62$  (SD = 1.34, range  $-6.12$ – $5.74$ ,  $p \leq 0.05$ ) and  $-1.28$  (SD = 1.00, range  $-4.95$ – $3.82$ ,  $p \leq 0.05$ ), respectively.

Individual characteristics, including demographic data, nutritional status and diet habits are summarized in Table 1, disaggregated by rural and urban strata.

There were several differences between children living in rural and urban settings regarding child health status, behavior and dietary habits. Children living in rural areas slept under a bed net less frequently than urban children (41.1% vs. 67.4% respectively,  $p < 0.001$ ). On the day before the survey, 18.1% of children in the rural setting had consumed food from animal sources vs. 64% of those in the urban setting. The proportion of children who had consumed food from four or more food groups was 16.3% vs. 39.9%, respectively ( $p < 0.001$  for each comparison).

Household characteristics are summarized in Table 2. The proportion of rural households that owned land was 97.6% vs. 10.1% in urban households, while the corresponding figures for ownership of domestic animals or chickens were 96.3% vs. 36.5%, respectively ( $p < 0.001$  for each). The distribution of the rest of the socio-demographic and household variables but one (years of education of the HH) also differed significantly between urban and rural areas.

### Chronic malnutrition

The prevalence of stunting was 42.7% in the rural setting and 29.2% in the urban setting ( $p = 0.001$ ).

**Chronic malnutrition in rural communities.** In the bivariate analysis (Table S1), the prevalence of chronic malnutrition was similar in males and females, however it was significantly higher in children age 10 and over than in those under 10 years of age (OR: 2.28; 95% CI: 1.66–3.11) in the rural group. Stunting was significantly more frequent in children with a previous history of splenomegaly (OR: 2.26; 95% CI: 1.11–4.59) or fever (OR: 1.59; 95% CI: 1.15–2.18), and less common in those who slept under a bed net (OR: 0.68; 95% CI: 0.50–0.92) or herded the cattle (OR: 0.70; 95% CI: 0.52–0.95). Regarding dietary habits in rural communities, the consumption of vitamin A rich fruits and vegetables and the consumption of any meat or fish the day before the survey were associated with a lower prevalence of chronic malnutrition (OR: 0.34 (95% CI: 0.13–0.93) and OR: 0.59 (95% CI: 0.36–0.97), respectively).

Results from the multivariable logistic analysis are presented in Table 3. The difference between the two age groups remained significant in the final model (OR: 3.12; 95% CI: 2.15–4.51), showing that the prevalence of chronic malnutrition was higher in children age 10 and over. Children with fever in the two weeks prior to the survey were 1.62 times more likely to be stunted (95% CI: 1.23–2.32). Herding cattle (OR: 0.43; 95% CI: 0.30–0.63) and the consumption of any food from animal sources (OR: 0.51; 95% CI: 0.29–0.91) showed a significant negative association with stunting. With regard to household socio demographic characteristics, children from rural areas were 2.97 times more likely to have chronic malnutrition if the HH was female (95% CI: 1.47–5.98). The number of people living in the house was positively associated with the prevalence of stunting ( $p = 0.042$ ), while millet production (OR: 0.50; 95% CI: 0.27–0.93) and consumption of products from the family's own cattle (OR: 0.67; 95% CI: 0.46–0.96) were negatively associated.

**Chronic malnutrition in urban communities.** In the urban setting, the significant age differences (OR: 3.73; 95% CI: 1.89–7.39) found in the bivariate analysis occurred in the same direction as in the rural area (Table S1). Furthermore, the prevalence of stunting was significantly higher among children living in a house where the HH (OR: 1.58; 95% CI: 1.00–2.53) or the PCFP (OR: 1.60; 95% CI: 0.99–2.66) had not attended school.

Table 3 summarizes the results adjusted by logistic regression. Older children were more prone to stunting than younger children (OR: 4.62; 95% CI: 2.09–10.21). Years of school attendance of the PCFP was negatively associated with chronic malnutrition among children living in urban communities (OR: 0.88; 95% CI: 0.79–0.97).

### Acute malnutrition

The prevalence of thinness was 21.6% in the rural setting and 20.8% in the urban setting ( $p > 0.05$ ).

**Acute malnutrition in rural communities.** In the bivariate analysis (Table S2), the prevalence of acute malnutrition was higher in children age 10 and over (OR: 4.74; 95% CI: 3.24–6.94) and among boys (OR: 1.58; 95% CI: 1.18–2.12). Children from rural communities who herded the cattle were 2.43 times more likely to be thin (95% CI: 1.63–3.61) than those who did not. The number of children living in the house ( $p = 0.007$ ) and teff cultivation (OR: 1.53; 95% CI: 1.02–2.30) were positively associated with higher prevalence of thinness, while living with a HH under 40 years old and rice farming showed an inverse association with thinness (OR: 0.75; 95% CI: 0.56–0.99 and 0.63; 95% CI: 0.42–0.95, respectively).

**Table 1.** Individual characteristics, behavioral determinants and dietary habits of school-aged children in rural and urban areas of at Libokemkem and Fogera districts, Ethiopia, May–June 2009.

CHARACTERISTICS	RURAL (n = 711)		URBAN (n = 178)		p value
	No.	(%)	No.	(%)	
Sex (female)	339	47.68	88	49.44	0.676
Age group ( $\geq 10$ years)	259	36.43	58	32.58	0.193
Stunting	302	42.66	52	29.21	0.001
Wasting	153	21.61	37	20.79	0.450
Splenomegaly	34	4.79	1	0.56	0.004
Fever in the last 15 days	223	31.41	37	20.79	0.003
Sleeps under a bed net	292	41.13	120	67.42	<0.001
Herds the cattle	413	58.17	7	3.93	<0.001
<b>Consumption on day before survey of:</b>					
Food of animal source	129	18.14	114	64.04	<0.001
Basic staples	708	99.58	178	100	0.511
VitA rich fruits and vegetables	24	3.38	11	6.18	0.071
Other fruits	0	0	3	1.69	0.008
Other vegetables	53	7.45	22	12.36	0.029
Legumes and pulses	643	90.44	106	59.55	<0.001
Meat/fish	79	11.11	103	57.87	<0.001
Oil	644	90.58	166	93.26	0.164
Dairy	53	7.45	15	8.43	0.381
Eggs	5	0.7	5	2.81	0.032
5 or more food groups	28	3.94	16	8.99	0.007
4 or more food groups	116	16.32	71	39.89	<0.001
	Mean	s.d.	Mean	s.d.	p value
Sum of food groups	3.12	0.60	3.42	0.77	<0.001

doi:10.1371/journal.pone.0105880.t001

After adjusting for socio demographic and household characteristics in the model, sex differences lost significance, and the relationship between thinness and age was slightly weakened (OR: 4.11; 95% CI: 2.74–6.16) (Table 4). Children from rural communities were significantly less likely to be thin if the HH was female (OR: 0.40; 95% CI: 0.16–0.70). The number of children living in the house showed a positive relationship with thinness in this setting ( $p = 0.027$ ), while children from households that cultivate rice were less likely to be thin (OR: 0.64; 95% CI: 0.41–0.99).

**Acute malnutrition in urban communities.** In the bivariate analysis (Table S2), no significant associations with thinness were found apart from age group (OR: 2.76; 95% CI: 1.13–5.80).

After adjusting the analysis, age group remained significantly related to thinness (OR: 3.67; 95% CI: 1.63–8.30). Food consumption from animal sources on the day before the survey was inversely associated with acute malnutrition (OR: 0.26; 95% CI: 0.10–0.67) and thinness prevalence was lower among in households headed by literate persons (OR: 0.24; 95% CI: 0.09–0.65) (Table 4).

## Discussion

Our study shows that there is a high prevalence of stunting (39.8%) and thinness (21.4%) among school-aged children in Libo Kemkem and Fogera regions of Ethiopia. The prevalence of stunting was significantly higher in rural areas (42.7% vs. 29.2%),

but no significant differences were observed for thinness. These results are similar to those observed in other developing countries [29]. Various intermediate and distal factors like age, consumption of food from animal sources and family size were associated with both types of malnutrition in one or both settings. Other determinants such as years of school attendance of the PCFP and consumption of the family's own cattle products were related to only one kind of malnutrition. Although malnutrition among pre-school children has been well documented in Ethiopia [5,30,31], to our knowledge this is the first research to assess factors related to acute and chronic malnutrition stratified by setting in school aged children. These results may assist stakeholders in planning and undertaking contextual and evidence-based policy initiatives.

We found that the probability of a child being malnourished increases with age. Age-group differences were significant in both strata for stunting and thinness. No sex differences were found in either strata. As children mature, household socioeconomic characteristics may emerge in conjunction with behavioral and biological variables as important risk factors [32].

## Chronic malnutrition

The prevalence of stunting in rural areas in our study was higher (42.7%) than that found in a study conducted in the same age group in rural settings of Fogera in 2012 (30.7%) [33]. Our study was carried out in 2009, which may partially explain this difference due to possible improvements in local conditions;

**Table 2.** Parental and household characteristics of school-aged children in rural and urban areas of Libo Kemkem and Fogera districts, Ethiopia, May–June 2009.

CHARACTERISTICS	RURAL (n = 711)		URBAN (n = 178)		p value
	No.	(%)	No.	(%)	
<b>Sex head of household (HH)</b>					
Female	52	7.31	75	42.13	<0.001
<b>Age HH</b>					
≥40 years	351	49.72	65	36.93	0.008
<b>HH literacy (read and write)</b>					
Yes	282	39.83	97	54.49	<0.001
<b>Person in charge of food preparation (PCFP)</b>					
Wife or HH(she)	690	97.05	144	80.9	<0.001
Other	21	2.95	34	19.1	
<b>Years of HH education</b>	<b>Mean</b>	<b>s.d.</b>	<b>Mean</b>	<b>s.d.</b>	<b>p value</b>
	2.70	12.6	4.27	4.92	0.106
<b>Years of education of the PCFP</b>					
	0.22	1	3.30	4.53	<0.001
<b>Number of people living in the house</b>					
	6.41	1.71	5.24	1.58	<0.001
<b>Number children in the house</b>					
	2.85	1.13	2.17	0.89	<0.001
<b>Does the household own land?</b>	<b>No.</b>	<b>(%)</b>	<b>No.</b>	<b>(%)</b>	<b>p value</b>
Yes	694	97.61	18	10.11	<0.001
<b>Have domestic animals or chickens?</b>					
Yes	685	96.34	65	36.52	<0.001
<b>Does the household....</b>					
<b>cultivate teff?</b>					
Yes	481	67.65	4	2.25	<0.001
<b>cultivate rice?</b>					
Yes	231	32.49	2	1.12	<0.001
<b>cultivate millet?</b>					
Yes	70	9.85	5	2.81	<0.001
<b>cultivate beans?</b>					
Yes	22	3.09	1	0.56	0.038
<b>consume products from their own cattle?</b>					
Do not consume own cattle products	224	31.68	0		
Consume own cattle products	419	59.26	11	6.29	<0.001
Do not have cattle	64	9.05	164	93.71	
<b>consume products from their own goats?</b>					
Do not consume own goat products	35	4.96	0		
Consume own goat products	34	4.82	7	3.93	0.008
Do not have goats	637	90.23	171	96.07	
<b>consume products from their own sheep?</b>					
Do not consume own sheep products	62	8.81	2	1.12	
Consume own sheep products	90	12.78	6	3.37	<0.001
Do not have sheep	552	78.41	170	95.51	
<b>consume products from their own chickens?</b>					
Do not consume own chicken products	80	11.28	2	1.12	
Consume own chicken products	343	48.38	47	26.40	<0.001
Do not have chickens	286	40.34	129	72.47	

doi:10.1371/journal.pone.0105880.t002



Table 3. Multivariable logistic regression analysis of stunting in school-aged children stratified by setting in Libo Kemkem and Fogera districts, Ethiopia, May–July 2009.

VARIABLES	RURAL (N = 711)				URBAN (N = 178)			
	n (%)	AOR	95% CI	p value	n (%)	AOR	95% CI	p value
<b>CHILD CHARACTERISTICS</b>								
Sex								
male	166 (44.86)	1			27 (30.00)	1		
female	136 (40.24)	0.78	(0.55–1.10)	0.160	25 (28.41)	1.29	(0.56–2.96)	0.554
Age group								
<10 years	159 (35.24)	1			24 (20.01)	1		
≥10 years	143 (55.26)	3.12	(2.15–4.51)	0.000	28 (48.39)	4.62	(2.09–10.21)	0.000
Fever in the last 15 days?								
No	112 (50.45)	1			13 (35.14)	1		
Yes	190 (39.09)	1.62	(1.23–2.32)	0.009	39 (27.66)	1.80	(0.73–4.47)	0.204
Does the child herd the cattle?								
No	141 (47.64)	1			39 (29.24)	1		
Yes	160 (38.93)	0.43	(0.30–0.63)	0.000	13 (28.57)	0.75	(0.07–7.71)	0.811
<b>DOES THE CHILD CONSUME....</b>								
Any food from animal sources*								
No	254 (43.87)	1			20 (31.25)	1		
Yes	48 (37.21)	0.51	(0.29–0.91)	0.022	32 (28.07)	0.72	(0.31–1.71)	0.463
vit A rich fruits and vegetables*								
No	297 (43.42)	1			48 (28.74)	1		
Yes	5 (20.83)	0.29	(0.83–1.04)	0.057	4 (36.36)	1.32	(0.29–5.99)	0.717
Other vegetables*								
No	284 (43.36)	1			42 (26.92)	1		
Yes	18 (33.96)	1.08	(0.49–2.38)	0.855	10 (45.45)	3.00	(0.97–9.38)	0.058
<b>HOUSEHOLD AND LAND PRODUCTION</b>								
Sex of head of household								
Male	267 (40.70)	1			29 (28.16)	1		
Female	35 (67.31)	2.97	(1.47–5.98)	0.002	23 (30.67)	0.66	(0.27–1.64)	0.370
Age of head of household								
<40 years	151 (42.66)	1			37 (28.16)	1		
≥40 years	147 (42.14)	0.73	(0.50–1.06)	0.097	23 (30.67)	0.43	(0.17–1.06)	0.069
Years of school-person in charge of food preparation								
	Mean (sd)	AOR	95% CI	p value	Mean (sd)	AOR	95% CI	p value
	0.16 (0.86)	0.84	(0.70–1.01)	0.065	2.19 (4.0)	0.88	(0.79–0.97)	0.014
<b>Number of people living in the house</b>								
	6.43 (1.85)	1.12	(1.01–1.25)	0.042	5.08 (1.41)	0.84	(0.63–1.13)	0.260
Does the family cultivate millet?								
No	280 (43.82)	1			50 (28.90)	1		
Yes	22 (31.88)	0.50	(0.27–0.93)	0.029	2 (40.00)	2.35	(0.27–20.19)	0.435
Does the family consume products from their own cattle?								
Do not consume own products	39 (60.94)	1			47 (28.66)	1		
Consume own products	107 (48.20)	0.67	(0.46–0.96)	0.030	0	-	-	N.A.
Do not have cattle	154 (36.84)	1.36	(0.72–2.56)	0.348	3 (27.27)	1.07	(0.11–9.23)	0.989

Table 3. Cont.

VARIABLES	RURAL (N = 711)				URBAN (N = 178)			
	n (%)	AOR	95% CI	p value	n (%)	AOR	95% CI	p value
Does the family consume products from their own goats?								
Do not consume own products	277 (43.69)	1			52 (30.41)	1		
Consume own products	16 (45.71)	0.37	(0.12–1.16)	0.090	0	-	-	N.A.
Do not have goats	8 (23.53)	0.92	(0.43–1.96)	0.833	0	-	-	N.A.

\*day before the survey.  
doi:10.1371/journal.pone.0105880.t003

another reason may be that children in the Fogera study had to be enrolled in school in order to participate, which could result in selection bias. In addition, our sampling was done in sub-districts with a high incidence of VL, a characteristic that may be associated with fewer resources and worse health status in children. The prevalence of chronic malnutrition in the urban area (29.2%) could not be compared to previous data due to the lack of research targeting this particular age group in this setting.

In rural communities, the setting with the highest stunting prevalence, we found several factors associated with chronic malnutrition: age group, fever in the previous 15 days, herding the cattle, consumption of any food from animal sources, sex of the HH, family size, cultivation of millet and consumption of the family's own cattle products. These factors should be considered when targeting chronic malnutrition in this region.

Children who had fever in the previous 15 days were 62% more likely to be stunted than those who did not. Infection and malnutrition are intricately linked through extensive, synergistic, antagonistic, and cyclical interactions [34,35]. Although our study area is known to be a low endemic area for malaria and leishmaniasis [25,36], other specific infections associated with malnutrition (such as chronic parasitic infestations) are highly prevalent [37,38]. Infectious diseases manifested in the form of fever affect both dietary intake and utilization, which may affect child growth. Not having empirical data on specific infections is a limitation, but we considered fever in the previous 15 days could act as a proxy for non-specific infection. On the other hand, stunted growth and related immunosuppression may lead to intermittent fever [39].

In our research, children who herd the cattle were less likely to be stunted. This could be explained by better activity levels in non-stunted children, given that stunted children show behavioral differences in early childhood including apathy and reduced activity, play and exploration [40].

Finally, children from households with millet farming and from families who consume their own cattle products were less likely to be stunted in rural communities. Although most rural families own land and animals (97.6% and 96.3% respectively), we observed that they do not consume their own products as often. Only 11.1% of the children had eaten any meat or fish over the last 24 hours, while 99.6% and 90.4%, respectively, had consumed basic staples and legumes and/or pulses respectively. In Ethiopia, child diet is based mainly on plant foods like the traditional Ethiopian staple food called "*injera*", a yeast-risen flatbread made of a blend of cereals, usually served with legumes or pulses. This may not provide all the nutritional requirements of children [41]. We are aware that market access in this livelihood zone is poor; moreover what little trade interaction exists is restricted to cash crops that are attractive for their high price (i.e. rice and teff), while other essential crops cultivated mainly for personal consumption face disincentives [16,42].

In urban communities, age group and years of school of the PCFP were significantly associated with chronic malnutrition in children. This educational factor may operate indirectly to affect children's nutritional status by determining the quality of the child's diet, care and physical environment [30]. The level of education of the PCFP may have a positive impact on his/her knowledge on food facilities, controlling contamination, time and temperature parameters for controlling pathogens, and advice on good dietary habits [43].

#### Acute malnutrition

The prevalence of acute malnutrition in the rural settings of Fogera and Libo Kemkem was 21.6%. The prevalence of

Table 4. Multivariable logistic regression analysis of thinness in school-aged children, stratified by setting in Libo Kemkem and Fogera districts, Ethiopia, May–July 2009.

VARIABLES	RURAL (N = 711)				URBAN (N = 178)			
	n (%)	Adjusted OR	95% CI	p value	n (%)	Adjusted OR	95% CI	p value
<b>CHILD CHARACTERISTICS</b>								
Sex								
male	97 (26.22)	1			21 (23.33)	1		
female	56 (16.57)	0.69	(0.46–1.03)	0.073	16 (18.18)	0.86	(0.39–1.92)	0.717
Age group								
<10 years	53 (11.83)	1			18 (15.02)	1		
≥10 years	100 (38.64)	4.11	(2.74–6.16)	0.000	19 (32.81)	3.67	(1.63–8.30)	0.002
Does the child herd the cattle?								
No	40 (13.51)	1			36 (21.05)	1		
Yes	113 (27.49)	1.50	(0.96–2.36)	0.076	1 (14.29)	0.55	(0.06–5.03)	0.598
<b>DOES THE CHILD CONSUME...</b>								
Any food from animal sources								
No	129 (22.28)	1			18 (28.13)	1		
Yes	24 (18.60)	0.83	(0.49–1.41)	0.493	19 (16.67)	0.26	(0.10–0.67)	0.005
<b>HOUSEHOLD AND LAND PRODUCTION</b>								
Sex of head of household								
Male	146 (22.26)	1			23 (22.33)	1		
Female	7 (13.46)	0.40	(0.16–0.70)	0.043	14 (18.67)	0.67	(0.26–1.72)	0.407
Literacy of head of household (can read and write)								
No	93 (21.83)	1			25 (25.77)	1		
Yes	60 (21.51)	1.39	(0.91–2.11)	0.127	12 (14.81)	0.24	(0.09–0.65)	0.005
Number of people living in the house								
Mean (sd)	6.45 (1.68)	0.87	(0.75–1.00)	0.054	5.14 (1.72)	0.87	(0.64–1.20)	0.403
Number of children in the house								
Mean (sd)	3.06 (1.14)	1.28	(1.03–1.60)	0.027	2.19 (0.94)	1.02	(0.61–1.70)	0.955
Does the family cultivate rice?								
No	115 (24.01)	1			36 (20.45)	1		
Yes	38 (16.59)	0.64	(0.41–0.99)	0.045	1 (50.00)	3.26	(0.15–72.94)	0.456

doi:10.1371/journal.pone.0105880.t004

underweight found in the study conducted in Fogera was 37.2% [33]. These results cannot be directly compared as different anthropometric indices were used. And again, we did not find any data on thinness to compare with our results in the urban population.

In rural settings, age group, sex of the HH, number of children in the house and rice cultivation were factors associated with thinness. The number of children in a household and the prevalence of thinness were positively associated. Larger family size may put children at higher risk for acute malnutrition, which could be due to the imbalance between family size and resources [44].

Those whose families cultivate rice were less likely to be thin in rural communities. In this zone, rice production might be acting as a proxy for better socioeconomic status, as rice consumption is relatively recent but is one of the main cash crops in the area [16]. The low consumption of animal source foods and its association with acute malnutrition has been previously identified as a major contributing factor to delayed growth in children [45] and suboptimal dietary practices among adolescents in Ethiopia [17].

In urban areas, children with a literate HH were 4 times less likely to be thin than those living in houses headed by illiterate adults. Some studies have shown that parental education is associated with more efficient management of limited household resources, improved utilization of available health care services, and better health-promoting behaviors, all of which are associated with better child nutrition [46,47]. This result is similar to what we previously observed for stunting and PCFP years of education in the urban setting. A possible explanation could be the existence of an educational gap in urban but not in rural areas.

#### Stunting versus thinness: associated factors

Clear differences among risk factors for stunting (Table 3) and thinness (Table 4) emerged from this study. The literature on the causes of stunting is vast, and conventional thinking is summarized in the *Lancet* series on maternal and child under-nutrition [48]. Recognized causal factors include prenatal and postnatal periods. Stunting is seen as closely tied to poverty and access to services. Less knowledge is available on risk factors for thinness [1]. In our research, risk factors for chronic malnutrition encompass a wide range of variables. The relatively consistent pattern of related factors for stunting suggests that continued exposure to adverse conditions retards children's linear growth. Conversely, the greater diversity observed in the factors associated with thinness is consistent with the fact that a relatively short period of risk exposure can precipitate its onset in children [32].

In rural communities, children from male-headed households were more likely to be thin than children from female-headed households ( $p=0.043$ ), while stunting was significantly more frequent in female-headed households ( $p=0.002$ ). The disparate sample size in rural and urban areas may have influenced these results. However, the result in the rural area is consistent with the study conducted in North Ethiopia by Haidar et al. [49]. This study found a significantly higher proportion of stunted and underweight pre-school children in female headed-households, whereas the prevalence of thinness was similar [48–50]. Women who are single HH may be removed from their support structures and may face constraints in accessing services, including food, as a result of insecurity, cultural discrimination and limited mobility [48,50]. This situation may have a long-term impact in child nutrition.

#### Rural versus urban: associated factors

Ethiopia remains one of the least urbanized countries in the world [42]. Globally, malnutrition is less common in urban areas [2,31]. We found that malnutrition in rural communities was associated with food habits and the lack of material resources whereas in the urban area, it was better predicted by socio-demographic factors. Inequalities in child health outcomes are known to vary between rural and urban areas, and are often due to unequal allocation of resources [51].

Significant urban-rural differences remained in the multivariable model. This shows that even in the presence of important individual factors and socioeconomic variables, area of residence is still a predictor of children's nutritional status. Our results highlight the need to stratify data when rural and urban communities are targeted in nutritional research in this kind of context.

#### Limitations

The present study was conducted in two single districts in Ethiopia, thus, the findings may not be generalizable to a larger population. Additionally, the cross-sectional nature of this data does not allow us to examine causality in the relationship between malnutrition and diverse risk factors. Seasonality should be given special attention; the season of the year has a significant effect not only on food security and nutritional status, but also on patterns and trends of infectious disease incidence. Therefore, consecutive measurements are desirable.

This research is part of a project which aimed to characterize nutritional, immunological, and parasitological aspects in school-aged children from urban and rural villages with a high incidence of VL in 2005–07. However, the VL prevalence found in the study was very low [25], and no association was found between nutritional status and asymptomatic infection [24]. Therefore, we are confident that this limitation does not alter our general conclusions.

#### Conclusions

Our findings suggest that improving food availability is a necessary but not sufficient condition to improve the nutritional status of school-aged children in this region. Especially in rural areas, the challenge will be for health and development extension workers to build on this knowledge through educational campaigns when advising households about balanced diet, food production and consumption, and hygienic behavior. It is also important to emphasize that nutritional programs should not be biased towards rural areas at the cost of excluding the urban poor.

To effectively tackle malnutrition, nutritional programs should be oriented to the local needs. Our findings can be used to help policy makers plan and undertake regional initiatives to streamline recommendations.

#### Supporting Information

**Table S1** Factors related to stunting in school-aged children by setting in Libokemkem and Fogera districts, Ethiopia, May–June 2009. Bivariate analysis. (DOCX)

**Table S2** Factors related to thinness in school-aged children by setting in Libokemkem and Fogera districts, Ethiopia, May–June 2009. Bivariate analysis. (DOCX)



## Acknowledgments

We thank the study participants for volunteering to participate in the study; the data collectors for performing field work; the Armauer Hansen Research Institute/Aff Africa Leprosy Rehabilitation and Training Center and the Fundación Española para la Cooperación Internacional, Salud y Política Social for providing logistic and technical support; the Amhara Regional State Laboratory for allowing us to use their laboratory facility and for creating a conducive environment during the field work.

## References

- United Nations Children's Fund, World Health Organization, The World Bank (2012) UNICEF-WHO-World Bank Joint Child Malnutrition Estimates. UNICEF, New York; WHO, Geneva; The World Bank, Washington, DC; 2012. Available: [http://www.who.int/nutgrowthdb/jme\\_unicef\\_who\\_wb.pdf](http://www.who.int/nutgrowthdb/jme_unicef_who_wb.pdf). Accessed: 2013 Aug 19.
- de Onis M, Blossner M, Borghi E (2012) Prevalence and trends of stunting among pre-school children, 1990–2020. *Public Health Nutr* 15: 142–148.
- de Onis M, Onyango A, Borghi E, Siyam A, Blossner M, et al. (2012) Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards. *Public Health Nutr* 15: 1603–1610.
- Ezzati M, Hoorn SV, Lopez AD, Danaei G, Rodgers A, et al. (2006) Comparative Quantification of Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Risk Factors. In: Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, et al., editors. *Global Burden of Disease and Risk Factors*. Washington (DC): World Bank; 2006. Chapter 4. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11813/>. Accessed: 2013 Sep 1.
- United Nations System Standing Committee on Nutrition (2010) Progress in Nutrition: 6th Report on the World Nutrition Situation (Geneva, Switzerland: UNSCN Secretariat, 2010). Available: [www.unscn.org/files/Publications/RWNS6/report/SCN\\_report.pdf](http://www.unscn.org/files/Publications/RWNS6/report/SCN_report.pdf). Accessed: 2013 Aug 19.
- United Nations Children's Fund (UNICEF) (1991) Strategy for improved nutrition of children and women in developing countries: a UNICEF policy review. New York, USA: 1991. Available: [http://repository.forceidmigration.org/show\\_metadata.jsp?pid=fmo:3066](http://repository.forceidmigration.org/show_metadata.jsp?pid=fmo:3066). Accessed: 2013 Aug 19.
- Owusu WB, Lartey A, de Onis M, Onyango AW, Frongillo EA (2004) Factors associated with unconstrained growth among affluent Ghanaian children. *Acta Paediatr* 93: 1115–1119.
- Abulakur A, Uriyo J, Msuya SE, Swai M, Stray-Pedersen B (2012) Prevalence and risk factors for poor nutritional status among children in the Kilimanjaro region of Tanzania. *Int J Environ Res Public Health* 9: 3506–3518.
- Engelbrecht IM, Tylleskar T, Wamani H, Karamagi C, Tumwine JK (2008) Determinants of infant growth in Eastern Uganda: a community-based cross-sectional study. *BMC Public Health* 8: 418.
- Van de Poel E, O'Donnell O, Van DE (2007) Are urban children really healthier? Evidence from 47 developing countries. *Soc Sci Med* 65: 1986–2003.
- Central Statistical Agency (Ethiopia) and ICF International (2012) Ethiopia Demographic and Health Survey 2011. Addis Ababa, Ethiopia and Calverton, Maryland, USA: Central Statistical Agency and ICF International. Available: <http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Demographic%20Health%20Survey%202011%20Ethiopia%20Final%20Report.pdf>. Accessed: 2013 Aug 20.
- Demissie T, Ali A, Mekonnen Y, Haider J, Umeta M (2009) Demographic and health-related risk factors of subclinical vitamin A deficiency in Ethiopia. *J Health Popul Nutr* 27: 666–673.
- Woldehanna T, Mekonnen A, Akemu T (2008) Young Lives: Ethiopia Round 2 Survey Report. University of Oxford, UK; 2008. Available: <http://www.younglives.org.uk/files/country-reports/country-report-ethiopia-2008>. Accessed: 2013 Aug 23.
- Fotso JC (2006) Child health inequities in developing countries: differences across urban and rural areas. *Int J Equity Health* 5: 9.
- Frank E (1999) Gender, Agricultural Development and Food Security in Amhara, Ethiopia: The Contested Identity of Women Farmers in Ethiopia. Agency for International Development, Washington, DC. Available: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnag652.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnag652.pdf). Accessed: 2013 Aug 23.
- Tools for Food Security and Nutrition Analysis, Household Economy Approach and Cost of the Diet (2007) Livelihood Profile Amhara Region, Ethiopia. Tana Zuria Livelihood Zone (TLZ). Available: <http://www.heaweb.org/countries/ethiopia/reports/hea-lz-profile-tana-zuria-livelihood-zone-tza-amhara-region-ethiopia-2007>. Accessed: 2013 Aug 23.
- Belachew T, Lindstrom D, Gebremariam A, Hogan D, Lachat C, et al. (2013) Food insecurity, food based coping strategies and suboptimal dietary practices of adolescents in Jimma zone Southwest Ethiopia. *PLoS One* 8 [2]: e57643.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2009) Declaration of the World Summit on Food Security. Rome, Italy; 16–18 November 2009. Available: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wfs/Summit/Docs/Final\\_Declaration/WFS09\\_Declaration.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WFS09_Declaration.pdf). Accessed: 2013 Aug 20.
- USAID Collaborative Research Support Programs Team (2000) Amhara National Regional State Food Security- Research Assessment Report. Available:

## Author Contributions

Conceived and designed the experiments: LS EG JM JN AA CC EC. Performed the experiments: ZH AB LS EG EC. Analyzed the data: ZH AB LS EC. Contributed reagents/materials/analysis tools: AB JM AA JN CC. Wrote the paper: ZH EC LS. Critically reviewed the manuscript: EG JM JN AB AA CC.

- <http://www.ctahr.hawaii.edu/sm-crsp/phase1/pdf/amhara.pdf>. Accessed 2013 Sep 1.
- International Food Policy Research Institute (2005) An assessment of the causes of malnutrition in Ethiopia. A contribution to the formulation of a National Nutrition Strategy for Ethiopia. Washington, DC, USA Available: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ethionutrition.pdf>. Accessed: 2013 Sep 1.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations and Food and Nutrition Technical Assistance Project (2008) Guidelines for Measuring Household and Individual Dietary Diversity. FAO, Rome, Italy; Reprinted 2013. Available: <http://www.fao.org/docrep/014/i1983e/i1983e00.pdf>. Accessed 2013 Sep 2.
- Lyons S, Vecken H, Long J (2003) Visceral leishmaniasis and HIV in Tigray, Ethiopia. *Trop Med Int Health* 8: 733–739.
- Amati L, Girmele D, Pugliese V, Covelli V, Resta F, et al. (2003) Nutrition and immunity: laboratory and clinical aspects. *Curr Pharm Des* 9: 1924–1931.
- Custodio E, Gadisa E, Sordo L, Cruz I, Moreno J, et al. (2012) Factors associated with Leishmania asymptomatic infection: results from a cross-sectional survey in highland northern Ethiopia. *PLoS Negl Trop Dis* 6: e1813.
- Sordo L, Gadisa E, Custodio E, Cruz I, Simon F, et al. (2012) Low prevalence of Leishmania infection in post-epidemic areas of Libo Kemkem, Ethiopia. *Am J Trop Med Hyg* 86: 955–958.
- Gadisa E, Custodio E, Canavate C, Sordo L, Abebe Z, et al. (2012) Usefulness of the rK39-immunochromatographic test, direct agglutination test, and leishmanin skin test for detecting asymptomatic Leishmania infection in children in a new visceral leishmaniasis focus in Amhara State, Ethiopia. *Am J Trop Med Hyg* 86: 792–798.
- World Health Organization Working Group (1986) Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bull World Health Organ* 64: 929–941.
- de Onis M, Ganza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, et al. (2004) The WHO Multicentre Growth Reference Study: planning, study design, and methodology. *Food Nutr Bull* 25: S15–S26.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2010) Assessment of Nutritional Status in Urban Areas. Available: [http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/urban\\_assessment\\_en.stm](http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/urban_assessment_en.stm). Accessed: 2013 Sep 2.
- Gima W, Ghebo T (2002) Determinants of Nutritional Status of Women and Children in Ethiopia. ORC Macro, Calverton, Maryland, USA. Available: <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FA39/02-nutrition.pdf>. Accessed: 2013 Sep 2.
- World Health Organization (WHO) (2006) The African Regional Health Report. WHO, Geneva, Switzerland; 2007. Available: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2006/pr68/en/>. Accessed: 2013 Sep 2.
- Ricci JA, Becker S (1996) Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines. *Am J Clin Nutr* 63: 966–975.
- Mekonnen H, Tadesse T, Kisi T (2013) Malnutrition and its Correlates among Rural Primary School Children of Fogera District, Northwest Ethiopia. *J Nutr Disorders Ther* S12: 002.
- Custodio E, Descalzo MA, Villamor E, Molina I, Sanchez I, et al. (2009) Nutritional and socio-economic factors associated with Plasmodium falciparum infection in children from Equatorial Guinea: results from a nationally representative survey. *Malar J* 8: 225.
- Katona P, Katona-Apte J (2008) The interaction between nutrition and infection. *Clin Infect Dis* 46: 1582–1588.
- Ayele DG, Zewotir TT, Mwambi HG (2012) Prevalence and risk factors of malaria in Ethiopia. *Malar J* 11: 195.
- Amare B, Ali J, Moges B, Yismaw G, Belyhun Y, et al. (2013) Nutritional status, intestinal parasite infection and allergy among school children in Northwest Ethiopia. *BMC Pediatr* 13: 7.
- Mahmud MA, Spigt M, Mulugeta BA, Lopez P, Dinant GJ, et al. (2013) Risk factors for intestinal parasitosis, anaemia, and malnutrition among school children in Ethiopia. *Pathog Glob Health* 107: 58–65.
- Ehrhardt S, Burchard GD, Mantel C, Cramer JP, Kaiser S, et al. (2006) Malaria, anaemia, and malnutrition in african children—defining intervention priorities. *J Infect Dis* 194: 108–114.
- Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, et al. (2013) Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet* 382: 427–451.
- Mekonnen A, Jones N, Tefera B (2005) Tackling child malnutrition in Ethiopia: do the Sustainable development poverty reduction programme's underlying policy assumptions reflect local realities? Young Lives-Save the Children Working Paper 19, London, UK. Available: <http://www.younglives.org.uk/>

- files/working-papers/wp19-tackling-child-malnutrition-in-ethiopia-do-the-sustainable-development-poverty-reduction-programme2019s-underlying-policy-assumptions-reflect-local-realities. Accessed: 2013 Sep 7.
42. Dorosh P, Schmidt E (2010) The Rural-Urban Transformation in Ethiopia. Development Strategy and Governance Division, International Food Policy Research Institute. Working Paper 13. Addis Ababa, Ethiopia; Washington, DC, USA; 2010. Available: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/eswp013.pdf>. Accessed: 2013 Sep 7.
43. Coates J, Swindale A, Bilinsky P (2007) Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) for Measurement of Food Access: Indicator Guide. Food and Nutrition Technical Assistance Project (FANTA). USAID, Washington, DC, USA; August 2007. Available: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/eufao-fi4dm/doc-training/hfiass.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fi4dm/doc-training/hfiass.pdf). Accessed: 2013 Sep 7.
44. Filmer D, Friedman J, Schady N (2009) Development, Modernization, and Childbearing: The Role of Family Sex Composition. *World Bank Econ Rev* 23: 371–398.
45. Ayele Z, Peacock C (2003) Improving access to and consumption of animal source foods in rural households: the experiences of a women-focused goat development program in the highlands of Ethiopia. *J Nutr* 133: 3981S–3986S.
46. Glewwe P (2005) The impact of child health and nutrition on education in developing countries: theory, econometric issues, and recent empirical evidence. *Food Nutr Bull* 26: S235–S250.
47. Abuya BA, Onsomu EO, Kimani JK, Moore D (2011) Influence of maternal education on child immunization and stunting in Kenya. *Matern Child Health J* 15: 1389–1399.
48. Inter-agency Standing Committee (IASC) (2006) Women, Girls, Boys and Men. Different Needs. Equal Opportunities. Gender Handbook in Humanitarian Action. IASC, December 2006. Available: <http://www.humanitarianinfo.org/iasc/gender>. Accessed: 2013 Sep 8.
49. Haidar J, Kogi-Makau W (2009) Gender differences in the household-headship and nutritional status of pre-school children. *East Afr Med J* 86: 69–73.
50. Woldehann T, Tefera B, Jones N, Bayrau A (2005) Child labour, gender inequality and rural/urban disparities: how can Ethiopia national development strategies best address negative spill-over impacts on child education and well-being? Young Lives-Save the Children Working Paper No 20; Addis Ababa, Ethiopia; London, UK. Available: <http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/YoungLives/wp20-exocsummary.pdf>. Accessed: 2013 Oct 8.
51. Siddiqi A, Irwin LG, Hertzman C (2007) Early child development: a powerful equalizer. Final Report for the World Health Organization's Commission on the Social Determinants of Health. WHO, Geneva, Switzerland, June 2007. Available: [http://www.who.int/social\\_determinants/resources/ecd\\_kn\\_report\\_07\\_2007.pdf](http://www.who.int/social_determinants/resources/ecd_kn_report_07_2007.pdf). Accessed: 2013 Oct 8.

## 9.2.2 Déficiets de micronutrientes, anemia y factores asociados en menores en edad escolar en los distritos de Fogera y Libo Kemkem, Etiopia.



### RESEARCH ARTICLE

# Micronutrient Deficiencies and Related Factors in School-Aged Children in Ethiopia: A Cross-Sectional Study in Libo Kemkem and Fogera Districts, Amhara Regional State

Zaida Herrador<sup>1,2</sup>, Luis Sordo<sup>3,4,5</sup>, Endalamaw Gadisa<sup>6</sup>, Antonio Buño<sup>7</sup>, Rubén Gómez-Rioja<sup>7</sup>, Jose Manuel Iturzaeta<sup>7</sup>, Lisset Fernandez de Armas<sup>8</sup>, Agustín Benito<sup>1,2</sup>, Abraham Aseffa<sup>6</sup>, Javier Moreno<sup>9</sup>, Carmen Cañavate<sup>9</sup>, Estefanía Custodio<sup>1,2\*</sup>



### OPEN ACCESS

**Citation:** Herrador Z, Sordo L, Gadisa E, Buño A, Gómez-Rioja R, et al. (2014) Micronutrient Deficiencies and Related Factors in School-Aged Children in Ethiopia: A Cross-Sectional Study in Libo Kemkem and Fogera Districts, Amhara Regional State. PLoS ONE 9(12): e112858. doi:10.1371/journal.pone.0112858

**Editor:** Fanis Missirilis, CINVESTAV-IPN, Mexico

**Received:** May 21, 2014

**Accepted:** October 15, 2014

**Published:** December 29, 2014

**Copyright:** © 2014 Herrador et al. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Data Availability:** The authors confirm that, for approved reasons, some access restrictions apply to the data underlying the findings. Data cannot be made publicly available due to the sensitive nature of the data collected. Data are available upon request without restriction by contacting the data coordinator of the study, Estefanía Custodio ([ecustodio2014@gmail.com](mailto:ecustodio2014@gmail.com)).

**Funding:** Funding was provided by UBS Optimus Foundation. The funders had no role in study design, data collection, analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

**Competing Interests:** The authors have declared no competing interests exist.

1. National Centre of Tropical Medicine, Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, Spain, 2. Tropical Diseases Research Network (RICET in Spanish), Madrid, Spain, 3. National Centre of Epidemiology, ISCIII, Madrid, Spain, 4. Department of Preventive Medicine and Public Health, Faculty of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain, 5. Network Biomedical Research Centers, Epidemiology and Public Health (CIBERESP in Spanish), Madrid, Spain, 6. Armauer Hansen Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia, 7. University Hospital La Paz, Madrid, Spain, 8. Orense University Hospital, Orense, Spain, 9. National Centre of Microbiology, ISCIII, Madrid, Spain

\*[ecustodio2014@gmail.com](mailto:ecustodio2014@gmail.com)

## Abstract

**Introduction:** The present study describes the distribution of selected micronutrients and anaemia among school-aged children living in Libo Kemkem and Fogera (Amhara State, Ethiopia), assessing differences by socio-demographic characteristics, health status and dietary habits.

**Methods:** A cross-sectional survey was carried out during May–December 2009. Socio-demographic characteristics, health status and dietary habits were collected. Biomarkers were determined for 764 children. Bivariate and multivariable statistical methods were employed to assess micronutrient deficiencies (MD), anaemia, and their association with different factors.

**Results:** More than two thirds of the school-aged children (79.5%) had at least one MD and 40.5% had two or more coexisting micronutrient deficiencies. The most prevalent deficiencies were of zinc (12.5%), folate (13.9%), vit A (29.3%) and vit D (49%). Anaemia occurred in 30.9% of the children. Children living in rural areas were more likely to have vit D insufficiency [OR: 5.9 (3.7–9.5)] but less likely to have folate deficiency [OR: 0.2 (0.1–0.4)] and anaemia [OR: 0.58 (0.35–0.97)]. Splenomegaly was positively associated with folate deficiency and anaemia [OR: 2.77 (1.19–6.48) and 4.91 (2.47–9.75)]. Meat and fish consumption were inversely

correlated with zinc and ferritin deficiencies [OR: 0.2 (0.1–0.8) and 0.2 (0.1–0.9)], while oil consumption showed a negative association with anaemia and deficiencies of folate and vitamin A [0.58 (0.3–0.9), OR: 0.5 (0.3–0.9) and 0.6 (0.4–0.9)]. Serum ferritin levels were inversely correlated to the presence of anaemia ( $p < 0.005$ ).

**Conclusion:** There is a high prevalence of vitamin A deficiency and vitamin D insufficiency and a moderate prevalence of zinc and folate deficiencies in school-aged children in this area. The inverse association of anaemia and serum ferritin levels may be due to the presence of infectious diseases in the area. To effectively tackle malnutrition, strategies should target not only isolated micronutrient supplementation but also diet diversification.

## Introduction

Undernutrition encompasses stunting, wasting, and deficiencies of essential vitamins and minerals (collectively referred to as micronutrients) [1]. Micronutrients, which are nutrients that are only needed in minute amounts, play leading roles in the production of enzymes, hormones and other substances. They also help to regulate growth activity, cognitive development and functioning [2], and the activity of the immune and reproductive systems [3]. Besides, micronutrient deficiencies (MD) and especially iron deficiency, is believed to be one of the main underlying causes of anaemia [4].

Micronutrient deficiencies are caused by inadequate dietary intake, increased losses from the body, and/or increased requirements [5]. MD are specially relevant in children since they are in a growth and development phase and have nutritional requirements that vary according to the stage of growth and that are greater and clearly differentiated from those of adults [6]. Recent studies are emphasizing the importance of MD in developing countries [7] and among school-aged children in particular [8]; they are especially vulnerable to inadequate consumption of nutrient-rich foods, dietary taboos, lack of access to health care and inefficient utilization of available micronutrients by cause of infections and parasitic infestations among other reasons [8].

It has become recognized by the nutrition community that micronutrient malnutrition is very widespread, probably one of the main nutritional problems in the world [9] and a major contributor to childhood morbidity and mortality [7, 10, 11]. Micronutrients of known public health importance include the following: zinc, iodine, iron, selenium, copper, vitamins A, E, C, D, B2, B6, B12 and folate [8]. More than 2 billion people in the world today are estimated to be deficient in key vitamins and minerals, mainly vitamin A, iodine and zinc [12]. Particularly in Africa, MD affect millions of people, especially the most vulnerable groups, which are children and pregnant women [13]. Despite the implementa-



tion of many micronutrients supplementation programs, only a few countries have undertaken comprehensive surveys on various MD in this continent [14].

In Ethiopia, deficiencies in key vitamins and minerals are placed among the major public health problems [13]. According to the last National Demographic and Health Survey (2011), Ethiopian children aged 6–59 months are dramatically affected by Vitamin A deficiency (VAD) and anaemia, affecting around 61% and 54% respectively [15]. In September 2008, a National Nutrition Strategy, and a National Nutrition Programme (NNP) were launched in the country. This NNP set the need for tackling MD while strengthening nutrition information systems and monitoring and evaluating mechanisms [16].

Although there are some recent studies that have discussed on insufficiencies of some micronutrients in Ethiopian children [8, 17], we are not aware of any recent publication regarding a comprehensive study that includes micronutrients, haemoglobin, food groups intake, as well as health status among children in this area. Therefore, the present study was aimed at describing the distribution of selected micronutrients and the presence of anaemia among school-aged children living in rural and urban areas of Libo Kemkem and Fogera (Amhara Regional State, Ethiopia) and their relationship with diet and health factors.

## Material and Methods

### Location

The study was conducted during May–December 2009 in the districts (*weredas*) of Libo Kemkem and Fogera, located in the Amhara Regional State of Northwestern Ethiopia. According to the 2009 census, the population was 198,374 and 226,595 for Libo Kemkem and Fogera, respectively. Both districts are located in the Tana Zuria Livelihood Zone at an altitude of 1800–2,000 m on average above sea level. Temperatures are relatively high, but rainfall is unusually abundant at 1173 mm per annum as the long-term mean. Agriculture activities are dependent on a single rainy season (from June to September). Maize, barley and millet are the main food crops, while rice, vetch and chickpea are the main cash crops. Livestock holdings in sheep and cattle are relatively modest, but livestock and butter sales make a substantial compliment to the dominant crop sales [18].

### Study design

This cross-sectional study was part of a UBS (Union Bank Switzerland) Optimus Foundation funded project entitled “Visceral Leishmaniasis (VL) and Malnutrition in Amhara State, Ethiopia”, which among its specific objectives aimed to characterize nutritional, immunological, and parasitological aspects of the school-aged children population in the districts of Fogera and Libo Kemkem. Sampling was carried out by multistage cluster survey. Primary sampling units were sub-districts (*kebeles*) with high incidence of VL according to the 2008 register of the Addis Zemen VL Treatment Centre. Secondary sampling units were

randomly selected villages (*gottis*) in each of the selected sub-districts. Only one case of active leishmaniasis disease was encountered [19]. Sample size was calculated according to previous estimates of malnutrition for children <5 years old in the area. 889 children aged 4 to 15 years were recruited in Libo Kemkem and Fogera districts, though blood samples were collected only from 764 (85.9%). Study variables did not differ between the complete sample and those from whom blood samples were obtained at the 0.05 probability level (S1 Table). Other methodological aspects have been published elsewhere [19, 20].

### Data collection

A uniform pre-piloted questionnaire translated into Amharic was administered to the caretaker/head of household of the participant children by trained medical personnel (nurses and health officers). The questionnaire comprised the following parts: demographic characteristics, health status and diet factors. The following information regarding health status was collected during the interview: presence of splenomegaly, fever in the last 15 days and weight loss. Dietary data were collected through a 24-hour diet recall.

A blood sample was taken via venipuncture from the selected children in order to determine serum levels of micronutrients.

### Determination of levels of micronutrients and anaemia

Around 7 milliliters (ml) of venous blood were collected in a serum tube and 1 ml in a tube containing Na<sub>2</sub>-EDTA (Sigma, St. Louis, MO), then transported to the Regional Health Laboratory of Bahir Dar in cool boxes at a temperature of 4–8°C. Within 24 hours from the sample recollection a lab technician centrifuged and separated the serum of the blood contained in the serum tube, and stored it at –20°C and protected from light, the conditions in which the samples were shipped to the Clinical Laboratory of the University Hospital La Paz in Madrid (Spain) by using dry ice. Once there, they were stored at –20°C and protected from the light until the analysis on micronutrients were performed. The content of the EDTA tube was used for the complete cell blood count (haemogram) the day after the blood had been collected.

Micronutrients determinations were carried out according to availability of serum volume and following a pre-defined prioritization list. The following techniques were used: zinc and copper were determined by atomic absorption spectroscopy (3110 atomic absorption spectrometer Perkin Elmer). Ferritin, folate and vitamin B12 were determined by electrochemiluminescence immunoassay (Elecsys E170, Roche Diagnostics), vitamin D by chemiluminescent immunoassay (Liaison, DiaSorin), and vitamins A and C by high-performance liquid chromatography (HPLC) (1200 series, Agilent Technologies). The mean interday coefficient of variation (CV) for all the parameters and information related to the external quality control schemes used are presented in S2 Table.

**Table 1.** Cut-off values for selected micronutrients deficiency and anaemia.

Micronutrient	Cut-off values	Reference
Zinc	<65 µg/dL (children<10 years); <70 µg/dL (children≥10 years)	(25)
Copper	<0.90 µg/L	(26)
Serum Folate	<10 nmol/L	(27)
Vit B12	<150 pmol/L	(27)
Vit A	<0.70 µmol/L	(28)
Vit D <sup>[1]</sup>	<75 nmol/l	(29)
Vit C	<11.4 µmol/L	(30)
Ferritine	<15 µg/L for males; <12 µg/L for females	(12)
HGB <sup>[2]</sup>	<118 g/l if (children<5 years); <123 g/l (children 5–11 years); <128 g/l (children ≥ 12 years)	(31)
MCV	<81 fl if <4.9 years; <82 fl if <7.9 years; <84 fl if <11.9 years; For children>12 years: <85 fl for males; <86 fl for females	(32)

[1] Vitamin D insufficiency was defined as serum concentrations below 75 nmol/l according to an expert consensus.

[2] Adjusted by altitude and age according to WHO standards.

doi:10.1371/journal.pone.0112858.t001

Cut-off values for micronutrients deficiencies and anaemia were defined after a review of the relevant literature. These values and their units are summarized in [Table 1](#).

### Statistical analysis

SPSS version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) was used to enter and analyze data. Based on the FAO/FANTA Household Dietary Diversity Questionnaire and Guidelines [21], the dietary data collected through the 24-hour diet recall were computed into 9 food groups: cereals, roots and tubers; vitamin-A-rich fruits and vegetables; other fruit; other vegetables; legumes and nuts; meat, poultry and fish; fats and oils; dairy; and eggs. The Dietary Diversity Score (DDS) was calculated by summing the number of unique food groups. This index is based on a simple count of food groups consumed in the previous day to the survey. Accordingly, the level of diet diversity was computed out of the score of 9.

To understand the descriptive epidemiology of micronutrients deficiency, we computed plasma values into lower quartile (below 25th percentile), middle quartile (≥25th percentile and ≤75th percentile), and upper quartile (baseline plasma values >75th percentile). Applying selected cutoff values for MD, we estimated the global percentages.

Frequencies, means and standard deviations (SD) were used to summarize the data. Bivariate analyses for MD of statistical relevance (prevalence of deficiency >10%) and their related factors were performed by student's t-test and  $\chi^2$  tests for continuous and categorical variables, respectively.

Multivariable logistic regression models for micronutrient deficiencies and anaemia were obtained by using a manual backward stepwise procedure. Age, sex and setting, considered biologically and statistically relevant, and all variables associated with each of the outcomes at the  $p<0.10$  level in the bivariate analysis

were included. To assess anaemia, ferritin, vitamin B12 and folate serum levels were also included in the analysis. The major assumptions of logistic regression analysis (absence of multicollinearity and interaction among independent variables) were checked to be satisfied. The goodness of fit was assessed using Hosmer-Lemeshow statistic. The adjusted odds ratio (OR) and 95% confidence interval (95% CI) were computed. P-values less than or equal to 0.05 were considered statistically significant.

### Ethical considerations

The study was approved by the ethical review boards of Instituto de Salud Carlos III, the Armauer Hansen Research Institute (AHRI)/All Leprosy Rehabilitation & Training Center (ALERT) and the Ethiopian National Ethical Review Committee. Support letters were obtained from the Amhara Regional State's and district's health bureaus. All parents/guardians gave written informed consent before enrollment of their children in the study.

## Results and Discussion

### 1. Socio demographic characteristics and dietary habits

The study included a total of 764 children aged 4 to 15 years out of which 49.7% were females and 21.2% were living in urban areas. Regarding health status related variables, 36% of the recruited children had had fever in the 15 days prior to the survey while almost 21% had had weight loss ([Table 2](#)).

According to the 24-h recall interviews, the mean DDS in the referenced period was 3.13 (SD=0.72), with adequate dietary diversity (four or more food groups consumed the previous day) attained only by 22.9% of the study population. The diet contained mostly basic staples, legumes, pulses and oil. Less than 17% and 15% of the interviewees reported intake of meat/fish or dairy products in the previous day, respectively, and no child consumed more than six food groups in the previous 24 hours ([S3 Table](#)). Overall, the Ethiopian diet is mainly composed of cereals (maize, sorghum and *teff*), tubers and root crops, pulses and oil seeds. Despite a large local livestock population, the food supply of animal products has been previously reported to be very limited, especially in rural areas [[22](#)].

Our result of low DDS is consistent with previous studies carried out in Ethiopia; in a review which compared DDS results from 11 developing countries, the lowest mean DDS was found in Mali, followed by Ethiopia and Malawi [[23](#)]. Theoretical and empirical evidence suggests that DDS is an effective food and nutrition security indicator because it captures consumption of both macro and micronutrients and also reflects food diversification [[24](#)]. Other studies on diet quality in Ethiopia indicate that there is a high prevalence of food insecurity with important spatial characteristics; in the Amhara regional state a significant proportion (45%) of rural households are described as food insecure [[25](#)]. Despite international agreement on the important role of the diet diversity (DD) for



**Table 2.** Distribution of selected characteristics of school-aged children, Libo Kemkem and Fogera, Ethiopia, May-December 2009 (n=764).

CHARACTERISTICS	%/Mean(sd)
<b>DEMOGRAPHIC</b>	
% Female	49.74
Mean age (sd)	9.03 (3.18)
% living in urban communities	21.2
<b>HEALTH STATUS</b>	
% had splenomegaly	6.83
% had fever in the last 15 days	36.04
% had weight loss in the last 15 days	20.71
<b>DIET HABITS (the day before the survey)</b>	
% Children consumed basic staples	99.87
% Children consumed VitA rich fruits and vegetables	2.49
% Children consumed other fruits	0.39
% Children consumed other vegetables	12.43
% Children consumed legumes and pulses	85.47
% Children consumed meat or fish	16.88
% Children consumed oil	79.71
% Children consumed dairy	14.01
% Children consumed eggs	1.05
Mean food groups (sd)	3.13 (0.72)

doi:10.1371/journal.pone.0112858.t002

infants and young children [2], there are currently no specific recommendations regarding the optimal number of foods or food groups that a child should consume daily at different ages [26]. There is, however, a consensus that higher DDS is desirable and that a larger number of foods or food groups can help meet daily requirements for a variety of nutrients [27].

## 2. Micronutrients determinations: serum levels and deficiencies

In this study, 53.5% of the school-aged children had at least one MD and 21.4% had two or more coexisting micronutrient deficiencies. The prevalence of MD varied widely by micronutrient: from a minimum of 1.3% for vitamin B12 to a maximum of 49% for vitamin D insufficiency (Table 3).

### 2.1. Low prevalence deficiencies: copper, ferritin and vitamins B12 and C

The mean serum level of copper in our study population was  $135.60 \pm 28.20$  µg/dl. In a previous research carried at Gondar town, in Amhara Regional State, Ethiopia, Amare et al. found a mean value of  $191.30 \pm 50.17$  µg/dl in 100 urban school-aged children [28], figures which are higher than our findings. This difference may be partially accounted for by the lack of rural communities in their sample, taking into account that rural-urban disparities for this micronutrient have been previously reported in the literature [29]. Furthermore, the children

**Table 3.** Levels of serum micronutrients and anaemia among school-aged children in Libo Kemkem and Fogera, Ethiopia, May–December 2009.

Micronutrient	Unit	Mean (sd)	Median	Quartiles			Deficiency*	
				Q25	Q50	Q75	n	%
Zinc (n=618)	µg/dL	86.89 (19.63)	85.00	74.00	85.00	97.00	77	12.5
Copper (n=660)	µg/dL	135.60 (28.20)	133.00	118.00	133.00	150.00	22	3.3
Folate (n=534)	nmol/L	17.11 (7.35)	15.52	11.78	15.52	21.30	74	13.9
Vit B12 (n=532)	pmol/L	405.36 (166.43)	380.44	287.82	380.44	482.65	7	1.3
Vit A (n=663)	µmol/L	0.92 (0.47)	0.84	0.63	0.84	1.09	194	29.3
Vit D (n=627)	nmol/L	80.10 (26.42)	77.38	62.40	77.38	94.85	307	49.0
Vit C (n=322)	µmol/L	31.98 (12.83)	31.00	23.20	31.00	39.63	13	4.0
Ferritin (n=533)	µg/L	64.39 (51.75)	49.00	33.00	49.00	76.50	18	3.4
Haemoglobine (n=764)	g/L	130.04 (17.05)	13.10	122.00	131.00	139.75	236	30.9
MCV (n=236)**	fL	82.86 (5.57)	83.00	80.00	83.00	86.10	154	65.3

sd: standar deviation; \* Cut off values defined in Table 1; \*\* Only from those children with anaemia

doi:10.1371/journal.pone.0112858.t003

from the Amare et al. study are children attending school while the children from our study are school-aged children that do not necessarily attend school, and may have worse socio environmental living conditions. Another research, also placed in the Gondar zone (Ethiopia) and targeting non-pregnant women [30], found a lower mean level of copper ( $146.8 \pm 49.4$ , 36), which was more alike our result, although the study group was different and results are therefore not fully comparable.

Ferritin mean serum level was  $64.39 \pm 51.75$  µg/L. The standard deviation for this mean value was quite large despite that no outlier value was identified. It is common to find this kind of wide ranges for this parameter in the literature; Adebara *et al.* carried out a research on a similar age group (5–12 years old school children) in an urban city from Nigeria, and found a mean serum ferritin level of  $77.6 \pm 32.6$  µg/L, with a prevalence of ferritin deficiency (FED) of 3.7%; results that are in consonance with ours [31].

Mean level of vitamin B<sub>12</sub> was 405.36 pmol/L ( $\pm 166.43$ ). The high standard deviation indicates that our data is spread out over a large range of values. This is in concordance with national level survey data from different countries [32]. In the literature, the measures of central tendency of serum concentrations of vitamin B12 ranged from 100 pmol/L in men in a local Cuban survey [33] to 779 pmol/L in non-pregnant women in a local survey in the Republic of Korea [34], with wide diversity of targeted groups, locations and lab techniques among researches. Consequently, the comparison of this particular deficiency is limited [32].

Regarding Vitamin C, the mean level in the children of our study was  $32 \pm 12.8$  µmol. Although we obtained a lower mean serum level than the one reported by the United States National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) for children >6 years ( $51.4 \pm 3$  µmol), which was our reference study for this particular MD, the deficiency rate was higher in the American study (7.1%

vs 4%)[35]. This fact highlights the need of computing both central tendency figures and deficiency rates to better understand the distribution of MD in study populations.

## 2.2. High prevalence deficiencies: zinc, folate, vitamin A and vitamin D.

### 2.2.1 Zinc deficiency

The mean serum level in our population was  $86.89 \pm 19.63$  µg/dl. Although this level was similar to the one found by Amare *et al.* ( $86.40 \pm 42.40$  µg/dl) in school-aged children in a nearby area [17], our deficiency rate was considerably lower (12.5% vs 47%). This can be due to the different cut-off values used in both studies; while we used the one proposed by the International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) showed in Table 1 [36], Amare used Sauberlich's "Review on Laboratory Methods for the Assessment of Nutritional Status", that is  $<75$  µg/dl for all ages [37]. This remarks the importance of having internationally agreed cut-off values for MD to better explore and explain data differences.

We found that younger children presented a significantly lower prevalence of zinc deficiency (ZD) than older children ( $p=0.014$ ); although no differences were found by sex (see Table 4). This is consistent with results reported by the IZiNCG, stating that 21.1% of the Ethiopian population was at risk of inadequate dietary zinc intake [38].

The probability of ZD was 0.22 (95 CI: 0.06–0.83) and 0.37 (95% CI: 0.15–0.93) times lower among the children who had consumed meat/fish or legumes/pulses the day before, respectively. Foods rich in zinc and potassium belong to the meat, the legume and the grain food groups, although some unrefined cereals and legumes may contain a high content of phytate, a substance that significantly inhibits the body's absorption of this micronutrient [39]. Similar results were obtained in relation to meat consumption and zinc status in pregnant women in another research carried in a southern area of Ethiopia [40].

Up to date, research on zinc in Ethiopia has been mostly focused on pregnant women [30, 41, 42]. Further research in the study area should be conducted to assess the determinants of ZD in different age and sex groups.

### 2.2.2. Folate deficiency

Mean level of serum folate in our study population was  $17.11 \pm 7.35$  nmol/L and 13.9% of the school-aged children surveyed were folate deficient. Folate Deficiency (FD) has been described as a frequent complication of protein-energy malnutrition in both West and Southern Africa [43]. A recent review by WHO recognized the lack of universally accepted reference levels to define FD as a public health problem and expressed the need for consensus on this issue [44]. We used here the cut-off value proposed in that review. As it occurs with zinc, most research in Ethiopia regarding folate status has been carried out only in pregnant women [42, 45] and it seems not to be a current priority intervention for the health authorities [46]. Therefore, although we may not be able to compare our results with similar age groups, we do consider these data of interest as a starting point for further research on this topic.

**Table 4.** Risk factors for selected micronutrient deficiencies in school-aged children in Libo Kemkem and Fogera, Ethiopia, May–December 2009.

Deficiency	P value	Adjusted OR (95% CI)	Goodness of Fit
<b>Zinc deficiency (12%)</b>			
Sex (male)	0.485	1.19 (0.73–1.97)	R <sup>2</sup> Nagelkerke =0.07; Hosmer-Lemeshow (sig)=0.129
Age (years)	0.014	1.10 (1.02–1.19)	
Setting (rural)	0.079	2.33 (0.91–5.99)	
Consumption of legumes and pulses*	0.035	0.37 (0.15–0.93)	
Consumption of meat*	0.025	0.22 (0.06–0.83)	
Diet diversity score (DDS)*	0.067	1.42 (0.98–2.05)	
<b>Folate deficiency (13.9%)</b>			
Sex (male)	0.807	0.94 (0.56–1.58)	R <sup>2</sup> Nagelkerke =0.12; Hosmer-Lemeshow (sig)=0.235
Age (years)	0.365	1.04 (0.96–1.13)	
Setting (rural)	0.000	0.20 (0.10–0.43)	
Had splenomegaly	0.019	2.77 (1.19–6.48)	
Fever in the last 15 days	0.008	0.42 (0.22–0.80)	
Consumption of meat*	0.067	0.43 (0.17–1.06)	
Consumption of oil*	0.036	0.53 (0.29–0.96)	
<b>Vit A deficiency (29.3%)</b>			
Sex (male)	0.285	1.21 (0.85–1.71)	R <sup>2</sup> Nagelkerke =0.06; Hosmer-Lemeshow (sig)=0.693
Age (years)	0.286	0.97 (0.92–1.03)	
Setting (rural)	0.162	1.49 (0.85–2.62)	
Fever in the last 15 days	0.025	1.51 (1.05–2.17)	
Consumption of meat*	0.063	0.51 (0.25–1.04)	
Consumption of oil*	0.030	0.57 (0.35–0.95)	
Diet diversity score (DDS)*	0.068	1.32 (0.98–1.79)	
<b>Vit D deficiency (49%)</b>			
Sex (male)	0.000	1.85 (1.32–2.60)	R <sup>2</sup> Nagelkerke =0.18; Hosmer-Lemeshow (sig)=0.291
Age (years)	0.001	1.09 (1.04–1.16)	
Setting (rural)	0.000	5.96 (3.74–9.49)	
Consumption of other vegetables*	0.061	0.61 (0.36–1.02)	

\*The day before the survey

doi:10.1371/journal.pone.0112858.t004

In our study, FD was significantly more common among children living in urban settings rather than in rural ones ( $p<0.001$ ; Table 4). This result may be associated with the higher prevalence of anaemia found in the urban communities. FD also seems to be inversely related with vitamin B12 deficiency [44]; a large local survey in the district of Embu (Kenya) revealed that 40% of school-aged children had plasma vitamin B12 deficiency, however only 1% had serum folate deficiency [47]. This inverse association also seems to exist in our population, though further research involving other relevant biological factors is needed to better explore this hypothesis.



Splenomegaly was significantly and positively associated with FD ( $p < 0.05$ ). While having an episode of fever in 15 days prior to the survey was inversely associated with it ( $p = 0.008$ ). Malaria or other infections may be the intermediates of these associations, although we did not collect any specific data on these infections and thus we were not able to adjust by any of them.

### 2.2.3. Vitamin A deficiency

The serum mean value for vitamin A was  $0.92 \pm 0.47$   $\mu\text{mol/L}$ . This mean value is higher than the one reported in 6–9 years old children from Wukro [48], in Northern Ethiopia ( $0.69 \mu\text{mol/L} \pm 0.31$ ). The 29.3% of our study population was vitamin A deficient (VAD). In a national vitamin A survey targeting children aged 6 to 71 months and their respective mothers, 33% of population from Amhara was VAD [49]. Since both studies, the national survey and the research carried in Wukro, targeted different age groups, comparisons of data on prevalence would be inappropriate. Moreover, the present study was conducted in two single sites in Ethiopia thus we cannot extrapolate our results to other areas of Ethiopia. VAD is widely reported as a health problem in developing countries, affecting mainly children and women at child bearing age [10]. In Ethiopia, VAD was identified as a public health concern already in 1958 [50]. Subsequent surveys revealed low dietary vitamin A intake except in the southern region [46]. There are many possible causes for this nutritional deficiency, ranging from low vitamin A-rich foods intake, problems with the absorption, conversion or utilization of vitamin A or the suffering of frequent infections or diseases [46]. In our study population, school-aged children who had fever in 15 days prior to the survey were 1.51 times (95% CI: 1.05–2.17; Table 4) more likely to have VAD. This may reflect an association of VAD with a past infection [49] although the association with lower intake of vitamin A cannot be discarded and should also be heeded.

Children who consumed oil in the previous 24 hours were significantly less likely to have VAD ( $p < 0.05$ ). Vitamin A is a fat-soluble vitamin, which means that consumption of oils or fats are necessary for its absorption into the body [21]. Therefore, if a diet is lacking oils and fats, vitamin A is not well absorbed and utilized. Moreover, palm oil, which is one of the most widely consumed oil in Ethiopia, is a rich source of carotenoids [51].

Applying WHO cut-off points for interpretation in terms of public health significance, VAD is a severe public health problem in the study area ( $\geq 20\%$ ) [52]. According to FAO country profile report, Vitamin A supplementation coverage remains limited, especially in rural areas in Amhara and Tigray regions [22]. Our results support the need to reevaluate the practice of targeting vitamin A supplementation programs on school-aged children in this area.

### 2.2.4. Vitamin D insufficiency

Mean value of 25-hydroxyvitamin D (25(OH) D) in serum was  $80.10 \pm 26.42$  nmol/L. Vitamin D studies in Africa have recently been reviewed by Prentice *et al.* [53], although for Ethiopia they only provided vitamin D serum values for adult men and non-pregnant women (23.5 nmol/l) and, therefore we cannot compare our results.

In the past decade, considerable discussion has taken place regarding the definition of vitamin D sufficiency. A recent expert consensus considered optimal status to be at serum concentrations of 25(OH) D > 75 nmol/l [54]; thus values under this cut-off point are categorized as vitamin D insufficiency but not deficiency. Considering so, the prevalence of insufficiency (VDI) in our study population was 49%.

Lower age and male sex were significantly associated to higher prevalence of VDI ( $p < 0.001$ ; Table 4). In the scientific literature, it is commonly agreed that people at extremes of age (young children and older individuals) are more vulnerable to VDI [55], whereas sex differences are generally found in the opposite direction to our results; VDI being more prevalent among women [56]. Risk factors for VDI which have been previously described in developing countries include winter season, dark skin pigmentation, malnutrition, lack of sun exposure and a covered clothing style [56]. In a case-control study targeting Ethiopian children living in Addis Ababa, Lulseged *et al.* found that poor exposure to radiant energy was the main cause of VDI [57]. Since the level of vitamin D can be modified by seasonal variations and age [58], longitudinal studies are needed to assess this insufficiency.

School-aged children living in rural areas were 5.95 (95% CI: 3.74–9.49) times more likely to suffer VDI than those living in urban communities. Although we did not identify any diet factor associated with the prevalence of VDI, we are aware of significant differences in dietary habits among selected rural and urban communities [59], which may at least partially explained these differences. Furthermore, the higher prevalence of VDI among rural children as opposed to urban ones had been previously reported in one study conducted in Ethiopia, in which the difference was attributed to traditional beliefs and practices affecting the frequency of exposure to sunlight [60]. This has also been described for other Africa countries lying within the tropics and subtropics [61].

### 3. Anaemia

Hb mean serum level was  $130.04 \pm 17.05$  g/L. This finding is consistent with previous studies in school children in other Ethiopian regions [62,63]. Around 31% of the school-aged children in our study had anaemia. This result is markedly higher than the 9.8% figure for school children from the Ethiopian National Survey of Health and Nutrition [64], however it is important to highlight that the cited figure was a mean value of the 11 Ethiopian regions, and may be masking important inter regional disparities. Furthermore, our result is consistent with the 35.2% anemia prevalence for children aged 6 to 59 months living in Amhara region reported by the Ethiopian Demographic and Health Survey (DHS) in 2011 [15]. However, this heterogeneity should be noted: regional and environmental factors may impact anaemia prevalence in this context, and therefore should be further investigated on future studies.

The mean corpuscular volume (MCV) in the study population was 82.85 fL (SD: 5.57), which is lower than the normal values proposed by WHO [65]. A low

MCV, suggesting microcytic anaemia, occurs in several childhood disorders including iron deficiency anemia, beta-thalassemia trait, lead poisoning, anemia from chronic illness, and rarely, in sideroblastic anemia [66].

The prevalence of anaemia was significantly higher in urban (39.5%) than in rural (28.6%) settings ( $p < 0.005$ , Table 5). This result is discordant with common findings which suggest the existence of worse health indicators in rural settings [13]. Implications of urban growth, bad eating habits or unequal implementation of supplementary nutritional programs may explain these differences [67], although local investigations are needed to better assess these disparities. The odd for having low Hb serum level was around 5 times more likely in those children who presented splenomegaly. Similar results were found by Haidar *et al.* in nine regions of Ethiopia [68]. The etiology of anemia is one of multiple and interacting causes; common causes of anemia include nutritional deficiencies of iron, vitamin B12 and folic acid, but also malaria, intestinal parasites and some chronic disorders secondary to AIDS and tuberculosis [43]. In our research, splenomegaly may represent a current parasitic infection, thus other health indicators are desirable to fully explain this association.

The consumption of oil was inversely associated with anaemia [OR: 0.58 (CI95%: 0.35–0.95)]. The development of anaemia in children may be caused by poor diet. In Ethiopia, oils consumed at household level are mainly made out of palm seeds and soybeans [69]. A case-control study carried out in India found that the proportion of women having anemia was significantly lower in the palm oil-supplemented group [51]. The benefits of the consumption of these types of oil may be mediated through other key elements, considering that palm oil is a rich source of micronutrients like vitamin A.

In the logistic regression analysis, no significant association between anaemia and vitamin B12 and/or folate serum levels was found, while serum ferritin was positively correlated to the presence of anaemia ( $p < 0.005$ ). According to our results, iron stores, measured by serum ferritin levels were adequate (with only 3.4% of the children having them exhausted) (Table 3), however, it is important to highlight that serum ferritin levels are elevated by the presence of infection and/or inflammation processes and, therefore, may not be a good proxy for iron stores in populations with high prevalence of parasitic infections or other infectious diseases. On the other hand, infectious diseases such as malaria, may lower haemoglobin concentrations and lead to anaemia [11, 70], resulting in this apparent contradiction of the inverse association between ferritin and haemoglobin levels. In order to contrast this hypothesis studies that take concurrent measurements of normal C-reactive protein and/or  $\alpha$ 1-acid-glycoprotein (AGP) are needed.

#### 4. Limitations

The present study was conducted in two single sites in Ethiopia. Thus, the findings may not be generalizable to a larger population. Additionally, the cross-sectional

**Table 5.** Risk factors for anaemia among school-aged children in Libo Kemkem and Fogera, Ethiopia, May–December 2009 by outcome.

Deficiency	P value	Adjusted OR (95%CI)	Model's goodness of fit
<b>Anaemia (30.9%)</b>			
Sex (male)	0.465	1.16 (0.78–1.73)	R <sup>2</sup> Nagelkerke =0.131; Hosmer-Lemeshow (sig)=0.671
Age (years)	0.123	0.95 (0.89–1.01)	
Setting (rural)	0.037	0.58 (0.35–0.97)	
Had splenomegaly	0.000	4.91 (2.47–9.75)	
Consumption of oil*	0.032	0.58 (0.35–0.95)	
Ferritin serum level (µg/L)	0.000	1.01 (1.00–1.01)	

\*The day before the survey.

doi:10.1371/journal.pone.0112858.t005

nature of the data does not allow examining causality in the relationship between micronutrient deficiencies and associated factors.

In Ethiopia, seasonal under nutrition has been previously described as highly unpredictable, with considerable variations in the impact of seasonal stress within localities and even within households [71]. In consequence, we decided not to assess the role of seasonality in MD prevalence. However, we are aware that periodical and longitudinal measurements may be desirable to test this hypothesis in this specific study area.

Pre-analytical bias due to the complex field logistics and the samples transport might have occurred. To reduce these potential biases, detailed guidelines on samples collection, preservation and transport were prepared and piloted prior to the field work. All these protocols were also tested by internal control before and during the field work.

Vitamin C was not collected in a solution to preserve degradation and, therefore, results of this micronutrient may be taken with caution. However, due to the scarcity of studies analyzing vitamin C serum level in this population we considered of interest to include it in the results despite this limitation.

Micronutrient deficiencies and infectious diseases often coexist and exhibit complex interactions. Several micronutrients have immunomodulating functions and thus influence the susceptibility of a host to infectious diseases and the course and outcome of such diseases [72, 73]. Moreover, changes in levels of acute phase proteins such as C - reactive protein (CRP) are associated with increased plasma levels of some micronutrients, such as ferritin, and decrease of others, such as retinol. Therefore, an important limitation of the present study is the lack of more detailed information on infectious status, from a qualitative and quantitative approach (i.e. complete assessment of self-perceived morbidity and measurement of CRP or other biological markers). Nonetheless, our study area is known to be a low endemic area for some endemic diseases such as malaria and leishmaniasis [19, 74].

Micronutrients serum levels may also be artificially affected by the time of day of blood sample collection, the fasting status of the study subjects and/or the



seasonality of certain conditions such as the incidence of endemic infectious diseases and the food availability, as it occurs with zinc [36]. Therefore, consecutive and prospective measures are needed to better explore these associations over time. Such data may provide useful information to explain MD in this population.

The reader is also alerted to limitations inherent to the nature of this study, namely its descriptive nature and the lack of methodological standardization of some micronutrient measurements and cut-off values at international level. The lack of agreement on cut off values for different targeted population occur either because of the absence of a suitable biomarker of deficiency or simply because, to date, little investigation has taken place [44, 75]. These calls for the need to undertake further investigations not only to substantiate the data obtained in the present study but also to check new hypothesis which may have emerged.

## Conclusions

Our findings reveal a high prevalence of vitamin A deficiency and vitamin D insufficiency (29.3% and 49%, respectively) while moderate prevalence of zinc and folate deficiencies (12.5% and 13.9%, respectively) in school-aged children in Libo Kemkem and Fogera. The magnitude of anaemia determined in this study (30.9%) is considered as a moderate public health problem according to WHO standards [65]. Up to date, only few countries have conducted surveys on micronutrients status at the national or subnational level, and most of them are focused on limited number of micronutrients [47, 48, 68]. Given the paucity of previous data, our results represent a starting point for future research.

To effectively tackle micronutrients deficiencies and anaemia in school-aged children, nutritional programs should be oriented to the local needs. Zinc supplementation trials have clearly demonstrated the positive benefits of improved zinc status in children, including reductions in the incidence of various infectious diseases [26, 36]. There is also enough evidence of the benefits of vitamins A and D supplementation programs in similar contexts [10, 26, 76]. Targeting anaemia is a complex challenge in developing countries, where prevalence of malnutrition and infectious diseases is high, although until date, iron supplementation and nutrition education are the only interventions that seem to be effective against IDA [26].

Micronutrient-deficiency control programs have been greatly extended in most African countries [14], although most interventions have been focused on single micronutrients and often lack effectiveness [77]. Diet diversification strategies are far less common, despite of dietary diversity being universally recognized as a key component of nutrition programs [9]. Therefore, major efforts are needed to close critical knowledge gaps, to test and scale-up improved and affordable interventions, and to disseminate evidence to decision makers and stakeholders to fully respond to this key public health problem. This will help to rapidly and sustainably improve the diet diversity and the nutritional status in the study

setting, which would have a positive impact on economic growth and development.

Findings documented by this study would assist in planning and undertaking regional policy initiatives for diet diversification strategies to streamline recommendations. Monitoring activities should also follow these interventions to better assess their impact on micronutrients deficiencies and anaemia. This will enable the right interventions to be chosen and then, once programs are in place, to have the right indicators to follow-up these activities [11].

## Supporting Information

**S1 Table.** Distribution of selected characteristics of study children (sample and sub-sample with serum collection), Libo kemkem and Fogera, Ethiopia, May-December 2009.

[doi:10.1371/journal.pone.0112858.s001](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112858.s001) (DOCX)

**S2 Table.** Performance characteristics of the biochemical parameters measured.

[doi:10.1371/journal.pone.0112858.s002](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112858.s002) (DOCX)

**S3 Table.** Percent consumption of different food groups by DDS for school-aged children in Libo kemkem and Fogera, Ethiopia, May-December 2009.

[doi:10.1371/journal.pone.0112858.s003](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112858.s003) (DOCX)

## Acknowledgments

We thank the study participants for volunteering to participate in the study; the data collectors for performing field work; the Armauer Hansen Research Institute/ All Africa Leprosy Rehabilitation and Training Center and the Fundación Española para la Cooperación Internacional, Salud y Política Social for providing logistic and technical support; the Amhara Regional State Laboratory for allowing us to use their laboratory facility and for creating a conducive environment during the field work.

## Author Contributions

Conceived and designed the experiments EC LS ZH AA EG CC A. Benito A. Buño RGR JMI JM LFdA. Performed the experiments: EC LS AA LFdA EG CC A. Buño RGR JMI JM. Analyzed the data: EC LS ZH LFdA. Contributed reagents/ materials/analysis tools: AA CC A. Benito A. Buño RGR JMI JM. Wrote the paper: ZH LS EC. Review of the manuscript: CC JM JMI RGR AA A. Buño A. Benito EG.

## References

1. Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, Caulfield LE, De Onis M, et al. (2008) Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The Lancet* 371: 243–260.

2. Walker SP, Wachs TD, Gardner JM, Lozoff B, Wasserman GA, et al. (2007) Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Lancet* 369: 145–157. doi:10.1016/S0140-6736(07)60076-2.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2012) Second National Report on Biochemical Indicators of Diet and Nutrition in the U.S. Population. Available: [http://www.cdc.gov/nutritionreport/pdf/Nutrition\\_Book\\_complete508\\_final.pdf#zoom=100](http://www.cdc.gov/nutritionreport/pdf/Nutrition_Book_complete508_final.pdf#zoom=100). Accessed 1 March 2014.
4. Van den Broek N (2003) Anaemia and micronutrient deficiencies. *Br Med Bull* 67: 149–160.
5. Adelekan DA (2003) Multiple micronutrient deficiencies in developing countries. *Nutrition* 19: 473–474.
6. Prieto MB, Cid JL-H (2011) Malnutrition in the critically ill child: the importance of enteral nutrition. *Int J Environ Res Public Health* 8: 4353–4366.
7. World Health Organization (WHO) (2009) Global health risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, Switzerland. Available: [http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GlobalHealthRisks\\_report\\_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf). Accessed 15 March 2014.
8. Micronutrient Initiative and United Nations Children's Fund (UNICEF) (2004) Vitamin and mineral deficiency: A Global Damage Assessment Report. Ottawa. Available: <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/Report-67-VMD-A-Global-Damage-Assessment-Report1KSB-3242008-9634.pdf>. Accessed 16 March 2014.
9. Allen LH (2003) Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future. *J Nutr* 133: 3875S–3878S.
10. World Health Organization (WHO) (2009) Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. Geneva, World Health Organization. Available: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019_eng.pdf). Accessed 5 March 2014.
11. World Health Organization (WHO) (2007) Assessing the iron status of populations. Including literature reviews. Joint World Health Organization/Centers for Disease Control and Prevention Technical Consultation on the Assessment of Iron Status at the Population Level. Geneva, Switzerland. Available: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107_eng.pdf?ua=1). Accessed 23 February 2014.
12. Joint statement by the World Health Organization (WHO), the World Food Programme (WFP) and the United Nations Children's Fund (UNICEF). Preventing and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency. (2007). Available: [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHO\\_WFP\\_UNICEFstatement.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHO_WFP_UNICEFstatement.pdf). Accessed 27 February 2014.
13. Regional Office for Africa, World Health Organization (WHO) (2006) The health of the people: The African regional health report. Geneva, Switzerland. Available: [http://whqlibdoc.who.int/afr/2006/9290231033\\_rev\\_eng.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/afr/2006/9290231033_rev_eng.pdf?ua=1). Accessed 5 March 2014.
14. World Health Organization (WHO) (2014) 2012–2013 Biennium Report. Department of Nutrition for Health and Development: Evidence and Programme Guidance. Available: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/101179/1/WHO\\_NMH\\_NHD\\_EPG\\_14.1\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/101179/1/WHO_NMH_NHD_EPG_14.1_eng.pdf?ua=1). Accessed 5 March 2014.
15. Central Statistical Agency (2012) Ethiopia - Demographic and Health Survey 2011. Addis Ababa, Ethiopia and Calverton, Maryland, USA: Central Statistical Agency and ICF International. Available: <http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR255/FR255.pdf>. Accessed 3 March 2014.
16. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations Children's Fund (UNICEF), United Nations World Food Programme (WFP) and World Health Organization (WHO) (n.d.) National Nutrition Programme/MDG-F Joint Programme. MDG Fund. Available: <http://www.mdgfund.org/program/nationalnutritionprogrammmdgfjointprogramme>. Accessed 3 March 2014.
17. Amare B, Moges B, Fantahun B, Tafess K, Woldeyohannes D, et al. (2012) Micronutrient levels and nutritional status of school children living in Northwest Ethiopia. *Nutr J* 11: 108. doi:10.1186/1475-2891-11-108.
18. Household Economy Approach (HEA) (n.d.) Tana Zuria Livelihood Zone (TZA) Amhara Region, Ethiopia 2007. Available: <http://www.heawebsite.org/countries/ethiopia/reports/hea-lz-profile-tana-zuria-livelihood-zone-tza-amhara-region-ethiopia-2007>. Accessed 31 March 2014.
19. Sordo L, Gadisa E, Custodio E, Cruz I, Simón F, et al. (2012) Low prevalence of leishmania infection in post-epidemic areas of Libo kemkem, Ethiopia. *Am J Trop Med Hyg* 86: 955–958.

20. Custodio E, Gadisa E, Sordo L, Cruz I, Moreno J, et al. (2012) Factors associated with leishmania asymptomatic infection: results from a cross-sectional survey in highland northern Ethiopia. *PLoS Negl Trop Dis* 6: e1813.
21. Kennedy G, Ballard T, Dop MC (2011) Guidelines for measuring household and individual dietary diversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Available: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/wa\\_workshop/docs/FAO-guidelines-dietary-diversity2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/wa_workshop/docs/FAO-guidelines-dietary-diversity2011.pdf). Accessed 31 March 2014.
22. Belew TA, Bader E, Palma G, Dop MC (2008) Nutrition country profile of the Federal Democratic Republic of Ethiopia. FAO Nutr Ctry Profiles. Available: <ftp://ftp.fao.org/ag/agn/nutrition/ncp/eth.pdf>. Accessed 28 March 2014.
23. Arimond M, Ruel MT (2004) Dietary diversity is associated with child nutritional status: evidence from 11 demographic and health surveys. *J Nutr* 134: 2579–2585.
24. Headey D, Ecker O (2012) Improving the measurement of food security. IFPRI Discuss Pap.
25. Goshu D, Kassa B, Ketema M (2013) Measuring diet quantity and quality dimensions of food security in rural Ethiopia. *J Dev Agric Econ* 5: 174–185. doi:10.5897/JDAE12.141.
26. Allen L, De Benoist B, Dary O, Hurrell R (2006) Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva: World Health Organization (WHO) and Rome: Food and Agriculture Organization (FAO). Available: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012\\_eng.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012_eng.pdf?ua=1). Accessed 31 March 2014.
27. Arimond M, Ruel MT (2002) Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia Demographic and Health Survey 2000. *Food Consum Nutr Div Discuss Pap* 143: 2002.
28. Amare B, Moges B, Moges F, Fantahun B, Admassu M, et al. (2012) Nutritional status and dietary intake of urban residents in Gondar, Northwest Ethiopia. *BMC Public Health* 12: 752.
29. Kim SH (2006) Dietary copper intakes and nutritional status of copper in serum among elementary schoolchildren in Chungnam province in Korea: Comparison between remote rural and urban areas. *Korean J Nutr* 39: 381–391.
30. Kassa A, Yabutani T, Mulu A, Tessema B, Ota F (2008) Serum zinc, copper, selenium, calcium, and magnesium levels in pregnant and non-pregnant women in Gondar, Northwest Ethiopia. *Biol Trace Elem Res* 122: 97–106.
31. Adebara OV, Ernest SK, Ojuawo IA (2011) Association between intestinal helminthiasis and serum ferritin levels among school children. *Open J Pediatr* 1: 12.
32. McLean E, de BB, Allen LH (2008) Review of the magnitude of folate and vitamin B12 deficiencies worldwide. *Food NutrBull* 29: S38–S51.
33. Amaud J, Fleites-Mestre P, Chassagne M, Verdura T, Garcia IG, et al. (2001) Vitamin B intake and status in healthy Havana men, 2 years after the Cuban neuropathy epidemic. *Br J Nutr* 85: 741–748.
34. Lim H-S, Heo Y-R (2002) Plasma total homocysteine, folate, and vitamin B12 status in Korean adults. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 48: 290–297.
35. Schleicher RL, Carroll MD, Ford ES, Lacher DA (2009) Serum vitamin C and the prevalence of vitamin C deficiency in the United States: 2003–2004 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *AmJ Clin Nutr* 90: 1252–1263. doi:10.3945/ajcn.2008.27016.
36. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) (2007) Assessing population zinc status with serum zinc concentration. Available: [http://www.zinc.org/applications/resourceserve/izincg\\_technical\\_brief\\_no\\_2](http://www.zinc.org/applications/resourceserve/izincg_technical_brief_no_2). Accessed 12 March 2014.
37. Sauberlich HE (1999) Laboratory tests for the assessment of nutritional status. Boca Raton: CRC Press.
38. Brown KH, Rivera JA, Bhutta Z, Gibson RS, King JC, et al. (2004) International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) technical document #1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Japan.
39. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) (2007) Determining the risk of zinc deficiency: Assessment of dietary zinc intake. Available: [http://www.izincg.org/Media/Default/Publications/Files/English\\_brief3.pdf](http://www.izincg.org/Media/Default/Publications/Files/English_brief3.pdf). Accessed 12 March 2014.



40. Gebremedhin S, Enquselassie F, Umeta M (2011) Prevalence of prenatal zinc deficiency and its association with socio-demographic, dietary and health care related factors in rural Sidama, Southern Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 11: 898. doi:10.1186/1471-2458-11-898.
41. Stoecker BJ, Abebe Y, Hubbs-Tait L, Kennedy TS, Gibson RS, et al. (2009) Zinc status and cognitive function of pregnant women in Southern Ethiopia. *Eur J Clin Nutr* 63: 916–918.
42. Gibson RS, Abebe Y, Stabler S, Allen RH, Westcott JE, et al. (2008) Zinc, gravida, infection, and iron, but not vitamin B-12 or folate status, predict hemoglobin during pregnancy in Southern Ethiopia. *J Nutr* 138: 581–586.
43. Gillespie S, Johnston JL, Initiative M (1998) Expert Consultation on Anemia Determinants and Interventions: Proceedings of a Conference Held September 16–17, 1997, Ottawa, Canada. Micronutrient Initiative.
44. De Benoist B (2008) Conclusions of WHO Technical Consultation on folate and vitamin B12 deficiencies. *Food Nutr Bull* 29: S238–S244.
45. Das JK, Salam RA, Kumar R, Bhutta ZA (2013) Micronutrients food fortification and its impact on woman and child health: a systematic review. *Syst Rev* 2: 67. doi:10.1186/2046-4053-2-67.
46. Ethiopian Federal Ministry of Health, Family Health Department (2004) National Guideline for Control and Prevention of Micronutrient Deficiencies. Available: [http://www.aedlinkagesethiopia.org/MyHomepage\\_Files/Download/Micronutrients%20guideline.pdf](http://www.aedlinkagesethiopia.org/MyHomepage_Files/Download/Micronutrients%20guideline.pdf). Accessed 30 March 2014.
47. Siekmann JH, Allen LH, Bwibo NO, Demment MW, Murphy SP, et al. (2003) Kenyan school children have multiple micronutrient deficiencies, but increased plasma vitamin B-12 is the only detectable micronutrient response to meat or milk supplementation. *J Nutr* 133: 3972S–3980S.
48. Kassaye T, Receveur O, Johns T, Becklake MR (2001) Prevalence of vitamin A deficiency in children aged 6–9 years in Wukro, northern Ethiopia. *Bull World Health Organ* 79: 415–422.
49. Demissie T, Ali A, Mekonen Y, Haider J, Umeta M (2010) Magnitude and distribution of vitamin A deficiency in Ethiopia. *Food Nutr Bull* 31: 234–241.
50. Semba RD (2012) *The Vitamin A Story: Lifting the Shadow of Death*. Karger Medical and Scientific Publishers. 224 p.
51. Radhika MS, Bhaskaram P, Balakrishna N, Ramalakshmi BA (2003) Red palm oil supplementation: a feasible diet-based approach to improve the vitamin A status of pregnant women and their infants. *Food Nutr Bull* 24: 208–217.
52. World Health Organization (WHO) (1996) Indicators for assessing vitamin A deficiency and their application in monitoring and evaluating intervention programmes. Available: [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/vitamin\\_a\\_deficiency/WHONUT96.10.pdf?ua=1](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/vitamin_a_deficiency/WHONUT96.10.pdf?ua=1). Accessed 20 March 2014.
53. Prentice A, Schoenmakers I, Jones KS, Jarjou LM, Goldberg GR (2009) Vitamin D deficiency and its health consequences in Africa. *Clin Rev Bone Miner Metab* 7: 94–106.
54. Bischoff-Ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B (2006) Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *Am J Clin Nutr* 84: 18–28.
55. Holick M, Matsuoka L, Wortsman J (1989) Age, vitamin D, and solar ultraviolet. *The Lancet* 334: 1104–1105.
56. Arabi A, El Rassi R, Fuleihan GE-H (2010) Hypovitaminosis D in developing countries—prevalence, risk factors and outcomes. *Nat Rev Endocrinol* 6: 550–561.
57. Lulseged S, Fitwi G (1999) Vitamin D deficiency rickets: socio-demographic and clinical risk factors in children seen at a referral hospital in Addis Ababa. *East Afr Med J* 76: 457–461.
58. Dong Y, Pollock N, Stallmann-Jorgensen IS, Gutin B, Lan L, et al. (2010) Low 25-hydroxyvitamin D levels in adolescents: race, season, adiposity, physical activity, and fitness. *Pediatrics* 125: 1104–1111.
59. Herrador Z, Gadisa E, Moreno J, Nieto J, Benito A, et al. (2014) Cross-Sectional Study of Malnutrition and Associated Factors among School Aged Children in Rural and Urban Settings of Fogera and Libo Kemkem Districts, Ethiopia. *PloS One* 9 (9). doi: 10.1371/journal.pone.0105880.
60. Belachew T, Nida H, Getaneh T, Woldemariam D, Getinet W (2005) Calcium deficiency and causation of rickets in Ethiopian children. *East Afr Med J* 82.

61. **Pettifor JM** (2004) Nutritional rickets: deficiency of vitamin D, calcium, or both? *Am J Clin Nutr* 80: 1725S–1729S.
62. **Degarege A, Animut A, Legesse M, Erko B** (2010) Malaria and helminth co-infections in outpatients of Alaba Kulito Health Center, southern Ethiopia: a cross sectional study. *BMC Res Notes* 3: 143.
63. **Mahmud MA, Spigt M, Mulugeta BA, Lopez PI, Dinant GJ, et al.** (2013) Risk factors for intestinal parasitosis, anaemia, and malnutrition among school children in Ethiopia. *PathogGlobHealth* 107: 58–65. doi:10.1179/2047773213Y.0000000074.
64. **Hall A, Kassa T, Demissie T, Degefe T, Lee S** (2008) National survey of the health and nutrition of schoolchildren in Ethiopia. *Trop Med Int Health* 13: 1518–1526. doi:10.1111/j.1365-3156.2008.02168.x.
65. **World Health Organization (WHO)** (2001) Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control. Geneva: World Health Organization. Available: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66914/1/WHO\\_NHD\\_01.3.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66914/1/WHO_NHD_01.3.pdf?ua=1).
66. **Hermiston ML, Mentzer WC** (2002) A practical approach to the evaluation of the anemic child. *Pediatr Clin North Am* 49: 877–891.
67. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)** (2001) Targeting for nutrition improvement: resources for advancing nutritional well-being. Rome. Available: <http://www.fao.org/docrep/004/y1329e/y1329e00.htm>.
68. **Haidar J** (2010) Prevalence of anaemia, deficiencies of iron and folic acid and their determinants in Ethiopian women. *JHealth Popul* 28: 359–368.
69. **Ethiopian Investment Agency** (2012) Investment Opportunity Profile for Palm oil Production. Available: <http://ethemb.se/beta/a/wp-content/uploads/2013/07/Palm-Oil-Production-in-Ethiopia.pdf>. Accessed 2 April 2014.
70. **World Health Organization (WHO)** (2011) Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva. Available: <http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>. Accessed 1 March 2014.
71. **Ferro-Luzzi A, Morris SS, Taffesse S, Demissie T, D'Amato M** (2001) Seasonal undernutrition in rural Ethiopia: magnitude, correlates, and functional significance. *Intl Food Policy Res Inst*.
72. **De Benoist B, Damton-Hill I, Lynch S, Allen L, Savioli L** (2006) Zinc and iron supplementation trials in Nepal and Tanzania. *The Lancet* 367: 816.
73. **Bhaskaram P** (2002) Micronutrient malnutrition, infection, and immunity: an overview. *Nutr Rev* 60: S40–S45.
74. **World Health Organization (WHO)** (n.d.) Child Health in Ethiopia. Background Document for the National Child Survival Conference. Available: [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.afro.who.int%2Fpt%2Fdownloads%2Fdoc\\_download%2F635-ethiopia-final-child-survival-situation-analysis.html&ei=rwVKVJCDBsXuaMSQgfgK&usq=AFQjCNGrT9TJoUy1d7S0JWgeqbrQzOQzw&sig2=jlyTawXHrE6QTgvzJB1Nlw](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.afro.who.int%2Fpt%2Fdownloads%2Fdoc_download%2F635-ethiopia-final-child-survival-situation-analysis.html&ei=rwVKVJCDBsXuaMSQgfgK&usq=AFQjCNGrT9TJoUy1d7S0JWgeqbrQzOQzw&sig2=jlyTawXHrE6QTgvzJB1Nlw). Accessed 3 March 2014.
75. **Micronutrient Initiative FFI, Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN), United States Agency for International Development (USAID), The World Bank, United Nations Children's Fund (UNICEF)** (2009) Investing in the Future: A United Call to Action on Vitamin and Mineral Deficiencies. Available: [http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing\\_in\\_the\\_future.pdf](http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing_in_the_future.pdf). Accessed 27 March 2014.
76. **Allen L, Black R, Brandes N, Brittenham G, Chazot G, et al.** (2008) Conclusions and recommendations of a WHO expert consultation meeting on iron supplementation for infants and young children in malaria endemic areas. *Med Trop (Mars)* 68: 182–188.
77. **United Nations Children's Fund (UNICEF)** (2013) Improving child nutrition: The achievable imperative for global progress. Available: [http://www.unicef.org/media/files/nutrition\\_report\\_2013.pdf](http://www.unicef.org/media/files/nutrition_report_2013.pdf). Accessed 27 March 2014.

### 9.2.3 Diversidad de la dieta en menores en edad escolar en los distritos de Fogera y Libo Kemkem, Etiopia.

#### **Dietary diversity of school-aged children in Libo Kemkem and Fogera districts, Amhara Regional State, Ethiopia**

**Authors:** Zaida Herrador <sup>1,2</sup>; Jesús Pérez-Formigó <sup>3,4</sup>; Luis Sordo <sup>3,5,6</sup>; Endalamaw Gadisa <sup>7</sup>; Javier Moreno <sup>2,8</sup>; Agustín Benito <sup>1,2</sup>; Abraham Aseffa<sup>7</sup>; and Estefania Custodio <sup>1,2,9</sup>.

<sup>1</sup> National Centre of Tropical Medicine, Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, Spain; <sup>2</sup> Tropical Diseases Research Network (RICET in Spanish), Spain; <sup>3</sup> National Centre of Epidemiology, ISCIII, Madrid, Spain; <sup>4</sup> Spanish Field Epidemiology Training Program (PEAC, in Spanish), <sup>5</sup>Department of Preventive Medicine and Public Health, Faculty of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain; <sup>6</sup> Network Biomedical Research Centers, Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Spain; <sup>7</sup>Armauer Hansen Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia; <sup>8</sup> National Centre of Microbiology, ISCIII, Madrid, Spain, <sup>9</sup>Monitoring Agricultural Resources Unit-H04, Institute for Environment and Sustainability, European Commission Joint Research Center, Italy

## **Abstract**

### **Background**

A low dietary diversity score (DDS) and low consumption of food from animal sources (ASF) are among the factors related to malnutrition in school-aged children living in Libo Kemkem and Fogera.

### **Objectives**

This study aimed to identify associated determinants for low dietary diversity and lack of consumption of ASF.

### **Methods**

In 2009, a cross-sectional survey was carried out in May, at the end of the lean season. Socio-demographic characteristics and diet habits were collected from 886 school-aged children. Additionally, 516 children from rural sites were followed up in the post-harvest season, in December of the same year. Bivariate and multivariable statistical methods were employed to assess low DDS and ASF intake and their association with different factors.

### **Results**

Up to 80% and 60% of school-aged children living in rural and urban sites, respectively, ate  $\leq 3$  food groups the day before the survey. The percentage of children consuming ASF was significantly higher in urban settings (64% vs 18%). In the rural areas, if the head of the household (HH) was male (OR: 1.91; 95%CI: 1.00-3.65) and older than 40 years (OR: 1.56; 95%CI: 1.02-2.38) the child had a lower DDS in the lean season, while differences by socioeconomic indexes were observed in the post-harvest season. Males took more ASF than females in rural settings (OR: 1.73; 95%CI: 1.14-2.62) and differences by socioeconomic indexes were observed in both settings in the lean season, though not in post-harvest survey.

### **Conclusions**

Various factors were associated with low DDS and low ASF intake, and varied by type of setting and season. To effectively tackle malnutrition, dietary diversification strategies oriented to the local needs are needed.

**Keywords:** diet, food habits, diet records, dietary diversity, food security, child, adolescent, Ethiopia

## Background

Food consumption is one of the immediate causes of children malnutrition according to the UNICEF casual framework [1]. Food consumption may be affected by food availability, stability of the food supply, food access, and food utilization, the four pillars of food security [2], as well as by physiological and health status, cultural patterns, perceptions and societal conventions, among others [3].

The latest estimates from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) indicate that 805 million people – about one in nine of the world's population – were chronically undernourished in 2012–14, e.g. with insufficient food for an active and healthy life [4]. The greatest food security challenges overall remain in sub-Saharan Africa, which has seen particularly slow progress in improving access to food, with slow-moving income growth, high poverty rates and poor infrastructure, which hampers physical and distributional access [5]. Moreover, food availability remains low, even though energy and protein supplies have improved [4].

In Ethiopia, the primary underlying causes of undernourishment are agricultural market dysfunctions, rapid population growth, poor infrastructure and decline of per capita food grain production and other institutional and organizational failures [6]. Ethiopia is mainly dependent on the agricultural sector; about 75% of the population is engaged in agriculture, especially in subsistence and rain-fed farming and livestock production [7]. Food availability, supply and access are strongly affected by seasonality; many households are only able to produce sufficient food to meet their food requirements for less than six months of the year, facing acute food shortages during the hunger season [8,9]. Moreover, even in adequate food producing regions of Ethiopia (such as Amhara), high prevalence rates of stunting have been reported, thus indicating that while food security is necessary, it is not the only determining factor for ensuring nutrition security [9,10].

Food consumption patterns across Ethiopia are diverse, and the food basket consists of a wide variety of grains and other staples, which change widely according to differences in agro-ecology, socioeconomic levels, and livelihood strategies [11]. As in many other traditional societies, dietary preferences and consumption patterns are also influenced



by cultural values and traditions and may not necessarily reflect availability or the nutritional quality of specific food items [12]. Moreover, given dependence on own production, food grain consumption varies at different times of the year [11]. Inequalities in dietary patterns among urban and rural areas exist too [13,14], and may be due to the fact that the population residing in rural areas have lower level of income [15]. Furthermore, people residing in rural areas may face some extra challenges such as social isolation, droughts and limited access to transportation, market, installations and health services [16].

Dietary diversity (DD) indicators have been used as proxies of quality food consumption and food security [17], for two basic reasons. First, dietary diversity capture consumption of both macro and micronutrients, or a more balanced diet in the general sense. Second, economic theories of demand as well as psychological theories suggest that individuals will diversify into higher value micronutrient rich foods (such as meats, fish, dairy products, etc.) only when they have satisfied their basic calorie needs [18]. Chronic malnutrition and micronutrients deficiencies in school-aged children living in Fogera and Libo Kemkem have been previously associated with a low DD and the lack of ASF consumption, together with other socio demographic factors [19,20]. In children, low DD is typically expressed as a monotonous diet that is mainly based on low energy and nutrient density foods, such as cereals or tubers, and too low in nutrient rich foods, like animal source foods (ASF) [21].

A better knowledge of the dietary habits of this population and its related factors is needed in guiding the design of interventions to improve food consumption and dietary diversity beyond the specific supplementation programs. Therefore, the aim of this study was to provide an in-depth description of the food consumption and dietary diversity of this population and to identify associated factors that allow us to develop specific recommendations on school-aged children diet in the study area.

## **Methods**

### **Study area and population**

The study was carried out in May and December 2009, during the lean and the post-harvest season, respectively, in the districts (*woredas*) of Libo Kemkem and Fogera, in Tana Zuria Livelihood Zone (within Amhara regional state, Northwest of Ethiopia). This zone is amongst the two or three most food self-sufficient livelihood zones in Amhara [9]. Libo Kemkem and Fogera *woredas* are located at an altitude of 2,000 m above sea level. According to the 2009 census, the population was 198,374 and 226,595 for Libo Kemkem and Fogera, respectively. The population is scattered across the zone in somewhat concentrated dense settlements. Temperatures are relatively high, but rainfall is unusually abundant at 1,173 mm per annum as the long-term mean.

Agriculture activities are dependent on a single rainy season (from June to September). Land preparation begins in February and continues until May when long cycle crops are sown. A second land preparation phase for the cultivation of short-cycle crops occurs during the rainy season in August. The consumption year begins in October, lasting until January. The major hazards to crop production are pests and occasional flooding in some *woredas* [22].

Livestock holdings in sheep and cattle are modest, but livestock and butter sales make a substantial compliment to the dominant crop sales. The livestock production season begins with both cattle and small stock births in June. The main lactation period lasts for 5 months, until November. The peak trading season is during the religious festivals in April, September and January, and October and November when plowing activities are complete [9].

Market access is good largely due to the good road network, helping the strong outflow of products from the zone. Overall, trading activities peak during the post-harvest season, starting from October-November, in a relatively good year by local standards. The season of food short supply, in most cases, is just before the harvest, when previous year's grain stores are nearly finished and market prices are high [9].

### **Study design**

This study was part of a UBS Optimus Foundation funded project called Visceral Leishmaniasis (VL) and Malnutrition in Amhara State, Ethiopia. Other methodological aspects have already been published in previous papers [20,23,24].

Sample size was calculated according to previous estimates of malnutrition for children < 5 years old in the area and taking into account a design effect of 2, corresponding to the complex design. Sampling was carried out by multistage cluster survey. Primary sampling units were sub-districts (*kebeles*). Secondary sampling units were randomly selected villages (*gotts*) in each of the selected sub-districts. Third sampling units were randomly selected households in each of the villages. All children with reported age between 4 and 15 years living in the household at the time of the survey were included in the study. 889 children aged 4 to 15 years were finally recruited for this study. Out of them, 514 school-aged children living in rural areas (57.8%) were randomly recruited for follow up in the post-harvest season, in December 2009. Study variables did not differ between the complete rural sample and those who were followed-up at the 0.05 probability level (Supplementary table 1).

#### **Data collection and management**

The survey consisted of three pre-tested questionnaires (individual, household and community), all translated into Amharic, the local language, and administered by trained medical personnel (nurses and health officers). The community questionnaire was addressed to the community leader and it compiled information related to community assets and services. The household questionnaire was administered to the caretaker of the study children and consisted of information on household socio-demographic characteristics and house construction material and assets (land and cultivation, domestic animals assets, etc.). Finally, the individual questionnaire, also administered to the caretaker, targeted behavioral and biological characteristics, and was also comprised of a 24-hour dietary recall.

Three area-based socioeconomic indexes were calculated by performing Principal Component Analysis (PCA) [25,26]: the socio-economic index (SES), the socio-educative index (SED) and the community endowment index (CEI). We constructed separate SES indexes for urban and rural settings, using different lists of assets, due to



fundamental differences in infrastructure and lifestyle between urban and rural areas [25]. The variables included in each of the indices are described in Supplementary Table 2.

A low dietary diversity score (DDS) and the consumption of any food from animal sources were the main outcomes of interest. Based on the FAO/ FANTA Household Dietary Diversity Questionnaire and Guidelines [27], the dietary data collected through the 24-hour diet recall were computed into 9 food groups: cereals, roots and tubers; vitamin-A-rich fruits and vegetables; other fruit; other vegetables; legumes and nuts; meat, poultry and fish; fats and oils; dairy; and eggs. The Dietary Diversity Score (DDS) was calculated by summing the number of unique food groups. Accordingly, the level of diet diversity was computed out of the score of 9. To assess the consumption of animal source foods (ASF), a new variable was computed by considering the consumption of any of the following three food groups: meat, poultry and fish, dairy, and eggs.

### Statistical analysis

Frequencies and percentages were used to summarize data and to explore the differences among rural and urban communities. These differences were assessed by student's t-test and  $\chi^2$  tests for continuous and categorical variables, respectively. The socio-economic indexes and the DDS were used to categorize participants into tertiles representing the lower, middle, and upper one-thirds of every index/score in the study population.

Bivariate analyses to assess the associated factors with low tertiles DDS and with the consumption of any food from animal sources were performed, both stratified by setting. All variables associated with each of the outcomes at the  $p < 0.10$  level were included in the multivariable analysis. Logistic regression models were obtained by using a manual backward stepwise procedure. Same analysis was also performed in post-harvest season for those living in rural sites. P-values less than or equal to 0.05 were considered statistically significant. Data analysis was performed using SPSS version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

## Results

### Description of the sample

The study included a total of 886 children aged 4 to 15 years, of which 462 (52.0%) were males. Around 80% lived in the rural setting and 78.9% referred a low tertile DDS, more frequently in rural than in urban communities (83.6% and 60.1% respectively;  $p < 0.001$ ). Individual and household characteristics, as well as socioeconomic indexes are summarized in Table 1, disaggregated by rural and urban strata. There are statistically significant differences between children living in rural and urban settings for all items except for the sex and the age of the child (Table 1).

**Table 1. Individual and household characteristics in school-aged children by setting, Libokemkem and Fogera, May 2009.**

VARIABLES		Total (889) n(%)	Rural (711) n(%)	Urban(178) n(%)	p-value
<b>INDIVIDUAL CHARACTERISTICS</b>					
Sex	Girls	427(48)	339(47.7)	88(49.4)	0.674
	Boys	462(52)	372(52.3)	90(50.6)	
Age	<10 years	549 (61.8)	436(61.3)	113 (63.5)	0.596
	≥10 years	340 (38.2)	275(38.7)	65(36.5)	
DDS high tertile (>4 groups)		44 (5)	28(4.0)	16(9.0)	0.008
DDS low tertile (≤ 3 groups)		699(78.9)	592(83.6)	107(60.1)	<0.001
<b>HOUSEHOLD CHARACTERISTICS</b>					
Sex of household's head	Female	127 (14.3)	52 (7.3)	75 (42.1)	<0.001
	Male	762 (85.7)	659 (92.7)	103 (57.9)	
Age of household's head	≤ 40 years	466(52.8)	355(50.3)	111(63.1)	0.001
	>40 years	416(47.2)	351(49.7)	65(36.9)	
Religion of household's head	Orthodox	853(96)	706(99.3)	147(82.6)	<0.001
	Others	36(4)	5(0.7)	31(17.4)	
Occupation of household's head	Qualified	791(89)	2(0.3)	96(53.9)	<0.001
	Unqualified	98(11)	709(99.7)	82(46.1)	
School years of household's head	≤ 4 years	693(78)	594(83.5)	99(55.6)	<0.001
	> 4 years	196(22)	117(16.5)	79(44.4)	
School years of person in charge of food preparation	≤ 4 years	817(91.9)	702(98.7)	115(64.6)	<0.001
	> 4 years	72(8.1)	9(1.3)	63(35.4)	
Number of children in the household	≤ 3 children	687(77.4)	519(73)	168(94.9)	<0.001
	> 3 children	201(22.6)	192(27)	9(5.1)	
Number of people in household	≤ 6 people	524(59.1)	383(54)	141(79.2)	<0.001
	> 6 people	363(40.9)	326(46)	37(20.8)	

Have domestic animals (yes)		750(84.4)	685(96.3)	65(36.5)	<0.001
Own land (yes)		712(80.1)	694(97.6)	18(10.1)	<0.001
SOCIO-ECONOMIC INDEXES					
Socio-Economic-Index	Low	289 (32.51)	238(33.5)	51(28.7)	0.015
	Medium	283 (47.17)	236(36.2)	47(26.4)	
	High	317 (35.66)	237(33.3)	80(44.9)	
Socio-Educative-Index	Low	466(52.4)	390(54.9)	76(42.7)	<0.001
	Medium	190(21.4)	164(23.1)	26(14.6)	
	High	233(26.2)	157(22.1)	76(42.7)	
Community-Endowment-Index	Low	285(32.1)	247(34.7)	38(21.3)	<0.001
	Medium	283(31.8)	177(24.9)	106(59.6)	
	High	321(36.1)	287(40.4)	34(19.1)	

### Food consumption

The diet of our study population contained mostly basic staples, legumes, pulses and oil. Specifically, the diet in rural areas was mainly based on cereal, roots and tubers (99.6%) and pulses and legumes (90.4) while children living in urban settings had a more diversified diet (Fig. 1, Table 2). Less than 12% and 8% of the interviewees in rural sites reported intake of meat/fish or dairy products in the previous day, respectively. The percentage of children consuming meat/fish was significantly higher in urban settings (57.9%,  $p<0.001$ ). Pulses and legumes were more frequently consumed in rural areas ( $p<0.001$ ) while other vegetables and eggs intake were more common among those children living in urban areas ( $p=0.035$  and  $p=0.017$ , respectively).

Figure 1. Percentage of overall school-aged children and those belonging to the low DDS tertile who consume each food group by setting, May 2009, Libo Kemkem and Fogera, Ethiopia.

**Table 2. Food groups and food items consumed in urban and rural settings in May 2009 and in rural setting in December 2009 in Jimkema and Fogera, Ethiopia.**

Food groups and food items	Rural May 2009	Urban (n=178) May 2009	Rural vs. Urban, May 2009, P-value	Rural (n=516) Dec 2009	Rural (May 2009) Dec 2009), P-value
	n(%)	n(%)		n(%)	
<b>Group 1. Cereals, roots and</b>	<b>708(99.6)</b>	<b>178(100)</b>	<b>0.385</b>	<b>515(99.8)</b>	<b>0.873</b>
Teff*	464(65.5)	160(89.89)	<0.001	375(72.8)	0.095
Finger Millet	470(66.4)	47(26.4)	<0.001	175(34)	<0.001
Rice	262(37)	44(24.7)	0.002	242(47)	<0.001
Maize	235(33.1)	36(20.2)	0.001	184(35.7)	0.403
Malat*	104(14.6)	10(5.6)	0.001	72(14)	0.197
Wheat	69(9.8)	46(25.8)	<0.001	11(2.1)	<0.001
Kotcho*	58(8.2)	26(14.6)	0.009	29(5.6)	0.106
Potato	17(2.4)	10(5.6)	0.025	8(1.6)	0.404
Bula*	40(5.6)	40(22.5)	0.001	—	—
Bread	1(0.1)	1(0.6)	0.289	12(2.3)	<0.001
Shorgum	24(3.4)	—	—	1(0.2)	<0.001
<b>Group 2. Fruits and vegetables rich in vitamin A</b>	<b>24 (3.4)</b>	<b>11 (6.2)</b>	<b>0.085</b>	<b>1(0.2)</b>	<b>&lt;0.001</b>
<b>Group 3. Other fruits</b>	<b>—</b>	<b>3 (1.7)</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>—</b>
<b>Group 4. Other Vegetables</b>	<b>53(7.5)</b>	<b>22(12.4)</b>	<b>0.035</b>	<b>93(18)</b>	<b>&lt;0.001</b>
Red Pepper	21(2.9)	5(2.8)	0.918	71(13.8)	<0.001
Tomato	13(1.8)	13(7.3)	<0.001	17(3.3)	0.149
Green Pepper	12(1.7)	1(0.6)	0.263	10(1.9)	0.921

Cabbage	2(3.8)	3(13.6)	0.025	–	–
<b>Group 5. Pulses and legumes</b>	<b>643(90.4)</b>	<b>106(57.6)</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>486(94.2)</b>	<b>0.039</b>
Chick-peas	522(73.4)	51(28.7)	<0.001	423 (82)	<0.001
Beans	33(4.7)	42(23.6)	<0.001	39 (7.6)	0.117
Guaya	9 (5.1)	254 (35.7)	<0.001	106 (20.5)	0.022
Lentils	15 (2.1)	4 (2.2)	0.910	38 (7.4)	0.526
<b>Group 6. Meat / poultry / fish</b>	<b>79(11.1)</b>	<b>103(57.9)</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>6(1.2)</b>	<b>&lt;0.001</b>
Goat	26(3.7)	53(29.8)	<0.001	–	–
Beef	36(5.1)	17 (9.6)	0.024	–	–
Chicken	8(1.1)	15(8.4)	<0.001	–	–
Sheep	5(0.7)	15(14.6)	<0.001	2(0.4)	0.733
<b>Group 7. Fats and oils</b>	<b>644(90.6)</b>	<b>166(93.3)</b>	<b>0.261</b>	<b>354(68.6)</b>	<b>&lt;0.001</b>
<b>Group 8. Dairy</b>	<b>53(7.5)</b>	<b>15(8.4)</b>	<b>0.390</b>	<b>97(18.8)</b>	<b>&lt;0.001</b>
Milk	44(6.2)	10(5.6)	0.776	86(16.7)	<0.001
Butter	2(0.3)	5(2.8)	0.001	7(1.4)	0.067
Ayib*	1(0.1)	–	–	1(0.2)	0.178
Cow Milk	3(0.4)	–	–	12(2.3)	0.006
Ergo*	–	2(1.1)	–	2(0.4)	–
<b>Group 9. Eggs</b>	<b>5(0.7)</b>	<b>5(2.8)</b>	<b>0.017</b>	<b>–</b>	<b>–</b>

\* Typical Ethiopian food items. *Teff*: a species of lovegrass native to the northern Ethiopian Highlands and Eritrean Highlands of Ethiopia. *Malat*: Ethiopian cereal. *Kotcho*: a pan made of flour made from the bark and root of *Ensete ventricosum*. *Bula*: a porridge made from the bark and root of *Ensete ventricosum*. *Ayib*: soft Ethiopian fresh cheese similar to cottage cheese. *Ergo*: traditional Ethiopian butter.



Overall, *teff*, finger millet and chickpeas were the most common eaten cereals and legumes, though differences were also observed by setting. For instance, finger millet, rice, maize and chick-peas were more frequently consumed by school-aged children living in rural areas while *teff* (*Eragrostis tef*), wheat, *kotcho* (a pan made of flour made from the bark and root of *Ensete ventricosum*), potato, *bula*, (a porridge of flour made from the bark and root of *Ensete ventricosum*) beans (*Vicia faba*) and *guaya* (*Lathyrus sativus*) were more prevalent in the urban diet. No child reported consumption of fish during the day before the survey in any of the settings. Meat intake was significantly higher in urban sites (Table 2).

Food groups' intake also varied by season in the rural environment. Cereals, roots and tubers remained the most consumed food group in the post-harvest season, though significant changes were observed concerning other food groups. While the intake of meat and fats and oils significantly decreased in this post-harvest season ( $p < 0.001$ ), the consumption of pulses and legumes, other vegetables (non-rich in vitamin A), and dairy products increased (from 90.4%, 7.5% and 7.5% to 94.2%, 18% and 18.8%, respectively). Also, seasonal differences in the type of food items included in each food group were found (Table 2).

#### Dietary diversity and related factors

Up to 80% and 60% of school-aged children living in rural and urban sites, respectively, ate 3 or less food groups the day before the survey. Cereals, roots and tubers were consumed by all school-aged children with low DDS, regardless the setting, whereas pulses and legumes contributed especially to the diet of children with low DDS living in rural areas. Children with low DDS from rural areas did not consume any fruits or vegetables while those from urban sites did not take any dairy (Fig. 1).

In the rural settings, school-aged children had a lower DDS if the head of the household was male and older than 40 years (OR: 1.91; 95%CI: 1.00-3.65; and OR: 1.56; 95%CI: 1.02-2.38, respectively). In the post-harvest survey, associations between low tertile DDS and SES and SED were found. Children with medium and low SES had a lower DDS than those with higher SES level (50% and 66%, respectively, vs 70.6% in high SES level). On the contrary, having a low DDS was more frequent in those children

belonging to families with higher SED compared to the lowest class (OR: 2.20; 95%CI: 1.13-4.26).

The only variable associated with low DDS in the urban setting was SED; a low DDS was almost three times less common in children whose family had a high SED compared to those with the lowest SED level (OR: 0.36; 95%CI: 0.19-0.71, Table 3).

BORRADOR

Table 3. Low tertile Dietary Diversity Score ( $\leq 3$  food groups) in school-aged children by setting, Libo Kemkem and Fogera,

VARIABLES		Rural May 2009 (n=711)			Urban May 2009 (n=178)			Rural	
		n (%)LDDS	uOR (95%CI)	aOR (95%CI)	n (%)LDDS	uOR (95%CI)	aOR (95%CI)	n (%)LDDS	
INDIVIDUAL CHARACTERISTICS									
Sex	Femal e	337 (83.7)	0.91 (0.61- 1.36)	—	88 (64.7)	0.68 (0.37- 1.24)	—	256 (85.2)	0
	Male	371 (83.0)			90 (55.6)			259 (81.5)	
Age	<10 year	435 (82.5)	1.23 (0.81- 1.87)	—	113 (61.1)	0.90 (0.48- 1.67)	—	315 (83.2)	1
	>=10 year	273 (85.3)			65(58.5)			200 (83.5)	
HOUSEHOLD CHARACTERISTICS									
Sex Head Househo ld	Femal e	52 (71.2)	2.23 (1.18- 4.21) **	1.91 (1.00- 3.65)**	75 (69.3)	0.51 (0.270.95) **	0.63 (0.32- 1.22)	25 (67.6)	2
	Male	656 (84.6)			103 (53.4)			404 (84.5)	
Age Head Househo ld	≤40 years	353 (79.9)	1.58 (1.04- 2.39) **	1.56 (1.02- 2.38)**	111 (57.7)	1.26 (0.67- 2.35)	—	215 (81.1)	1
	> 40 years	350 (87.1)			65 (63.1)			209 (85.3)	
Religion Head Househo ld	Ortho dox	703 (83.6)	0.78 (0.09- 7.06)	—	147 (59.9)	1.06 (0.48- 2.35)	—	425 (83.3)	0
	Others	5 (80)			31 (61.3)			4 (80)	
Number of	≤6 person	381 (81.9)	1.31 (0.87- 1.96)	—	141 (63.8)	0.48 (0.23- 1.00)**	0.73 (0.33- 1.62)	233 (81.8)	1



people in household	> 6 person	325 (85.5)			37 (45.9)			195 (85.2)	
Number of children in household	<= 3 children	517 (82.4)	1.42 (0.89-2.29)*	1.28 (0.77-2.03)	168 (61.3)	0.51 (0.13-1.95)		306 (82.9)	1
	> 3 children	191 (86.9)			9 (44.4)			123 (84.2)	
SOCIO-ECONOMIC INDEXES									
Socio-Economic Index	Low	236 (84.3)	1	-	51 (70.6)	1	1	137 (86.7)	
	Medium	235 (83)	0.91 (0.56-1.48)		47 (66)	0.81 (0.34-1.89)	0.89 (0.37-2.15)	150 (84.3)	0
	High	237 (83.5)	0.94 (0.58-1.54)		80 (50)	0.42 (0.20-0.88)**	0.61 (0.27-1.38)	142 (79.3)	0
Socio-Educative Index	Low	388 (82)	1	-	76 (72.4)	1	1	225 (80.1)	
	Medium	163 (84)	1.16 (0.71-1.90)		26 (57.7)	0.52 (0.21-1.32)	0.61 (0.24-1.60)	94 (84.7)	1.2
	High	157 (87.3)	1.51 (0.88-2.57)		76 (48.7)	0.36 (0.19-0.71)**	0.41 (0.20-0.83)**	110 (89.4)	2.4
Community Endowment Index	Low	247 (81.4)	1	-	38 (55.3)	1	-	173 (81.6)	
	Medium	176 (84.1)	1.21 (0.72-2.03)		106(59.4)	1.19 (0.56-2.51)		87 (82.9)	1
	High	285 (85.3)	1.32 (0.84-2.09)		34 (67.6)	1.69 (0.65-4.43)		169 (85.4)	1
Goodness of fit		Nagelkerke R Square: 0.027; Hosmer and Lemeshow Test p>0.05			Nagelkerke R Square: 0.099; Hosmer and Lemeshow Test p>0.05			Nagelkerke R Square: 0.027; Hosmer and Lemeshow Test p>0.05	
* p<0.10; **p<0.05;									

### Consumption of animal source foods and related factors

The percentage of children consuming ASF was significantly higher in the urban settings compared to the rural areas (64% vs. 18.1%, respectively;  $p<0.001$ ) (Table 1). In the survey conducted in the lean season in rural areas, being male was associated with higher intake of ASF (aOR: 1.73; 95%CI: 1.14-2.62), as well as having a medium or high SES score. Conversely, living in a household with a HH 40 years or older and with more than 3 children, decreased the likelihood of having consumed ASF the day before (aOR: 0.46; 95%CI: 0.29-0.72) and (aOR: 0.47; 95%CI: 0.27-0.83) respectively. Also, higher SED and CEI scores were associated with less consumption of ASF in this sample population. In the post-harvest survey conducted in rural sites, only the age of the head of the household remained inversely associated with the consumption of animal source foods (Table 4)

Table 4. Intake of food from animal source in school-aged children by setting, Kemkem and Fogera, May-December 2009

VARIABLES		Rural May 2009 (n=711)			Urban May 2009 (n=178)			Rural May 2009 (n=711)	
		n(%)	uOR (95%CI)	aOR (95%CI)	n(%)	uOR (95%CI)	aOR (95%CI)	n(%)	uOR (95%CI)
		AFS			AFS			AFS	
INDIVIDUAL CHARACTERISTICS									
Sex	Female	51 (15)	1.50 (1.02-2.21)**	1.73 (1.14-2.62)**	57 (64.8)	0.94 (0.51-1.73)	-	44 (17.2)	1.00
	Male	78 (21)			57 (63.3)			58 (22.3)	
Age	<10 year	81 (18.6)	0.93 (0.63-1.37)	-	74 (65.5)	0.84 (0.45-1.59)	-	71 (21.5)	1.00
	≥10 year	48 (17.5)			40 (61.5)			31 (16.8)	
HOUSEHOLD CHARACTERISTICS									
Sex Head Household	Female	17 (32.7)	0.42 (0.23-0.78)**	0.69 (0.35-1.36)	77 (74.8)	3.04 (1.61-5.74)**	2.09 (0.91-4.80)*	7 (18.9)	1.00
	Male	112 (17)			37 (49.3)			95 (19.8)	
Age Head Household	≤40 years	79 (22.3)	0.57 (0.38-0.84)**	0.46 (0.29-0.72)**	72 (64.9)	0.99 (0.52-1.88)	-	63 (23.7)	1.00
	> 40 years	49 (14)			42 (64.6)			39 (15.9)	
Religion Head Household	Orthodox	128 (18.1)	1.13 (0.13-10.19)	-	99 (67.3)	0.46 (0.21-0.99)**	0.95 (0.32-2.83)	102 (20)	1.00
	Others	1 (20)			15 (48.4)			0 (0)	
Number of people in household	≤6 person	73 (19.1)	0.88 (0.60-1.29)	-	83 (58.9)	3.61 (1.42-9.21)**	1.24 (0.39-3.91)	55 (19.2)	1.00
	> 6 person	56 (17.2)			31 (83.8)			46 (20.1)	

Number of children in household	<= 3 children	110 (21.2)	0.41 (0.24-0.69)**	0.47 (0.27-0.83)**	111 (66.1)	0.15 (0.03-0.73)**	0.11 (0.02-0.68)**	70 (19)	1.1
	> 3 children	19 (9.9)						32 (21.8)	
SOCIO-ECONOMIC INDEXES									
Socio-Economic Index	Low	37 (15.5)	1 1.50 (0.94-2.39)* 1.14 (0.70-1.85)	1 1.75 (1.06-2.89)** 1.81 (1.05-3.11)**	19 (37.3) 27 (57.4) 68 (85)	1 2.27 (1.01-5.11)** 9.54 (4.14-22.02)**	1 2.27 (0.87-5.95)* 7.56 (2.79-20.47)**	30 (18.9)	1.2 0.9
	Medium	51 (21.6)						39 (21.9)	
	High	41 (17.3)						33 (18.4)	
Socio-Educative Index	Low	88 (22.6)	1 0.50 (0.30-0.84)** 0.50 (0.30-0.85)**	1 0.47 (0.27-0.80)** 0.40 (0.22-0.73)**	30 (39.5) 23 (88.5) 61 (80.3)	1 11.76 (3.24-42.62)** 6.24 (3.01-12.92)**	1 5.66 (1.35-23.75)** 2.87 (1.16-7.08)**	49 (17.4)	1.3 1.4
	Medium	21 (12.8)						25 (22.3)	
	High	20 (12.7)						28 (22.8)	
Community Endowment Index	Low	65 (26.3)	1 0.50 (0.31-0.83)** 0.41 (0.27-0.65)**	1 0.42(0.25-0.72)** 0.37 (0.23-0.60)**	29 (76.3) 58 (54.7) 27 (79.4)	1 0.38 (0.16-0.87)** 1.20 (0.39-3.66)	1 0.35 (0.13-0.95)** 1.24 (0.33-4.67)	42 (19.8)	0.9 (0.1)
	Medium	27 (15.3)						20 (19)	
	High	37 (12.9)						40 (20.1)	
Goodness of fit		Nagelkerke R Square:0.139; Hosmer and Lemeshow Test p>0.05			Nagelkerke R Square: 0.457 ; Hosmer and Lemeshow Test p>0.05			Nagelkerke and Lemeshow Test p>0.05	
* p<0.10; **p<0.05;									

In the urban sites, the increased likelihood of consuming AFS products was associated with the sex male of the head of the household, as well as increasing SES and SED scores. On the contrary, living in a household with more than 3 children, and an increasing CEI were inversely related to the child consumption of AFS.

## Discussion

This study shows that the diet of school-aged children living in Libo Kemkem and Fogera was mainly composed of basic staples, legumes, pulses and oil, and was more diverse in urban than in rural settings. The majority of the children only consumed foods from 3 or less different food groups the day before the survey and food from animal sources was a rare component in the children's diet, especially in rural places.

In our study, various intermediate factors like sex and age of the head of the household were associated with low DDS and non-intake of ASF. The consumption of ASF was especially influenced by socio-economic-indexes. To our knowledge this is the first research to describe food intake by location and seasonality and to assess factors related to low DDS and ASF consumption in this area.

## Food consumption

As is common in developing countries, starchy staple foods were almost universally consumed in rural and urban settings, whereas flesh foods, eggs, and dairy products were less likely to have been consumed [28]. Ethiopian diet is mainly composed of cereals, tubers and root crops, pulses and oil seeds [7]. Surprisingly, we found that the intake of traditional food items such as *teff*, *kotcho* and *bula* were more frequent in urban than in rural sites, although they are grown in rural areas [29]. According to a recent article, the growing demand for *teff*, particularly among Ethiopia's expanding middle class, is already causing domestic prices for the grain to rise, meaning that small farmers are selling the bulk of their crop to urban consumers and the grain is no longer

within reach of many poor rural Ethiopians [30]. In our study, consumption inequality by setting was predominantly caused by higher intake of pulses and legumes in rural areas and higher intake of meat and poultry in urban sites. After cereals, the second most important crop group in Ethiopia (in terms of acreage) are pulses [12]. Whereas cereals are rich in carbohydrates, pulses are rich in protein. In many African countries, pulses serve as an important meat substitute [22]. In Amhara region, pulses and legumes account for 14% of total food expenditures, the highest expenditure share when compared to the rest of Ethiopian regions. Moreover, only for pulses and legumes is the variance of income elasticity lower in rural areas than in urban areas [32].

Food supply of animal products has been previously reported to be very limited in this region, especially in rural areas, despite the existence of a large local livestock population [9]. No child consumed any fish during the previous 24 hours. This might be due to difficulties on fish preservation, or to some existing taboos which suggest that certain diseases can be spread through fish consumption [33]. At the time being, the United Nations Industrial Development Organization, through the Boku University of Vienna, is supporting the development of the fisheries sector in the Amhara region, including the overall postharvest management of fish and fish products [34].

The percentage of children who took any dairy the day before the survey was quite low. In Ethiopia, fresh milk is mainly given to small children and dairy are not so common in the traditional cuisine [35]. Campaigns to raise awareness and knowledge of the importance of milk and other dairy products for nutrition among school-aged children, their parents and teachers, have been recently developed through Ethiopia by USAID [36]. Therefore, some progress might be expected in the future. It is also remarkable the low intake of any kind of fruit by school-aged children (below 7%, in both settings). Finally, we cannot ignore the relevant role of religious traditions in the Ethiopian diet. The Ethiopian Orthodox Church, the main religion in the country, prescribes certain periods of fasting, which include all Wednesdays and Fridays as well as several long periods spread over the year. During fasting week days or periods only one meal per day is permitted, and the consumption of foods from animal origin is not allowed [37].



### Dietary diversity and related factors

Individual dietary diversity reflects how varied are the foods typically consumed by a person. On average, the children surveyed consumed 3.18 food groups the previous day to the survey. Despite international agreement on the important role of the diet diversity (DD) for infants and young children [38], there are currently no specific recommendations regarding the optimal number of foods or food groups that a school age child should consume [39]. There is, however, a consensus that higher DDS is desirable and that a larger number of foods or food groups can help meet daily requirements for a variety of nutrients [40].

The prevalence of low DDS was significantly higher in rural sites compared to the urban. This might be related to household food insecurity, as in the Amhara regional state, a significant proportion of rural households (45%) have been previously described as food insecure [29]. If the HH was female and younger than 40 years old, the child had greater chances to have a more diverse diet in rural settings. Parents play an important role in shaping their children's eating habits by dictating variety and quantity of foods available to their child or through parents' own food-related behaviors and parental feeding styles [41,42]. Although there is evidence showing that women-headed households are usually poorer than households headed by men in developing countries [43], our results are in line with a research carried out in Tanzania that showed that women who were the HH had higher DDS than those who were the wife of the HH [44]. Furthermore, a report from Bangladesh found out that in female headed households resources allocation favored diet and health in relation to other needs, and that had an impact in diet and nutrition indicators within the household [45].

Regarding urban areas, a higher socio-educative index was a gradual protective factor for low DDS in school-aged children. The educational level of the HH has been previously described to be a factor related to food insecurity in Addis Ababa city [46]. Furthermore, it has been suggested that educational level might be a better indicator of food security in Ethiopia than wealth and measures encompassing home and landownership [47].

### Intake of any food from animal sources and related factors

Only 18.1% of school-aged children living in rural communities consumed AFS the day before the survey, despite that 96.3% of the families owned animals [20]. The percentage of children taking ASF was higher in urban sites (64%), even if only 36.5% of the families reported to own animals in these settings [20]. For farm households in rural Ethiopia, livestock is an important asset that can provide regular income and be disposed of in hard times to provide a safety net [22], for which reason, these products might preferably be sold on the domestic market instead of locally consumed. Interestingly, consumption of products from the family's own cattle and intake of ASF were both protective factors against stunting (aOR: 0.67; 95%CI: 0.46-0.96, and aOR: 0.51; 95%CI: 0.29-0.91, respectively) in these rural populations and not in the urban ones [19,20]. Consumption of meat was also previously described as a protective factors against zinc deficiency (aOR: 0.22; 95%CI: 0.06-0.83) in both settings in the same study population. Animal source foods such as meat, milk and eggs are deemed desirable as they offer high quality proteins, energy, are nutrient dense and an excellent source of micronutrients, such as iron and zinc [15].

In rural settings, the intake of ASF was increased in males. This inequality has been previously described in adult population living in Southwest Ethiopia [48]. As expected, living in houses with more than three children was associated to lower ASF intake; households with a higher number of inhabitants experience more frequent periods of food shortage, especially if they are not economically productive [5]. School-aged children with higher SES were significantly more prompted to have consumed ASF in the last 24 hours. Our findings agree with the contemporary nutritional transition: when income increases in low- and middle-income countries, an increase in animal food consumption occurs [49]. On the contrary, the percentage of children who took ASF was lower in those houses with medium and high SED and CEI when compared to the houses belonging to the lowest SED and CEI tertile. We lack of possible explanations for this. A higher CEI might be related to better access to market (and therefore, more options to sell ASF products), although this is only a weak hypothesis that needs to be further explored.



In urban areas, same association between consumption of ASF and number of children living in the house was found. In this case, higher socio-economic and socio-educative levels were associated with more frequent intake of ASF, as it was expected. The association between educational level and food security has been widely reported by FAO [4,50]. For instance, educational activities within the Women-Focused Goat Development Program in the Highlands of Ethiopia have proven to increment ASF availability and access at household level [15]. Finally, children from the medium CEI tertile consumed ASF less frequently than those from the lowest tertile. As hypothesized before, better community assets might not necessarily mean better food consumption at the individual level.

#### Seasonal variations in rural settings

In rural communities, the intake of other vegetables non-rich in vitamin A and pulses and legumes increased in the post-harvest survey, while fruit and vegetables rich in vitamin A, meat, poultry and fats and oils dropped over the lean season, especially oils and fats. A strong seasonal periodicity for oilseeds has been previously seen in south central Ethiopia [51] and other zones belonging to Amhara region [52]. Another possible explanation might be the growing trend in the exports of oilseeds in the last decade [53]. Dairy products intake increased 10 points in the post-harvest season. In this livelihood zone, the consumption of dairies increases during the wet season in November-January [9], when the production peak and farmers face bigger challenges marketing their dairies, as most regions experience a surplus, while animals are kept for later, when market situation improves and land preparation begins [35].

A lower DDS was found in in the post-harvest season, with respect to the lean season in May. Seasonal vulnerability has been described in the area before [9,54]. What is less common is the use of DDS to assess these seasonal changes, despite that theoretical and empirical evidence suggests that DDS is an effective food and nutrition security indicator [18]. Nevertheless, some precautions are needed when interpreting seasonal changes in DDS: increased food availability may not necessarily imply increased dietary diversity, and not even food consumption, especially when trading activities and

market constraints could be playing a role in this context, as in December and January the farmers must obtain cash for the next harvest [12,35].

While no differences were observed in the lean season by socioeconomic scores, in the post-harvest survey a higher socio-economic index was a gradually protective factor against low DDS. We know that households with greater income also have the ability to purchase food products that are more diverse [50]. A higher SED was more common among those children with low DDS. Again, we lack of possible explanations for this association, given that most literature show the opposite relation [20,46,55].

With regards to consumption of ASF, the only significant related factor found in the post-harvest season was the age of the HH. This association also existed in the lean season: school-aged children with younger parents consumed ASF two times more frequently than those whose HH were older than 40 years. Moreover, a similar result was obtained for DDS (which was lower if the HH was older). This association might be related to the productivity level of the HH, meaning that it might be higher at younger age, although this assumption also needs to be tested.

### **Limitations**

The cross-sectional nature of the data does not allow examining causality in the relationship between low DDS, intake of ASF and associated factors. Another limitation is that children's diet were analysed only qualitatively as quantity was not taken into account. Nevertheless, DDS has been validated as a useful tool to assess the likelihood of meeting micronutrient requirements. Other limitations related to the study design have been described elsewhere [19,20,23].

### **Conclusions**

Our findings reveal that school-aged children diet in Libo Kemkem and Fogera woredas lacked diversity. The intake of food from animal source was low, especially at rural sites. Overall, area of residence seemed to be a predictor of children's food habits, which highlights the need of stratifying the data in developing countries.

We found several household factors, particularly socio-economic indexes, associated to ASF intake and low DDS. Furthermore, low consumption of ASF and low DDS were previously associated with highest prevalence of chronic malnutrition and some micronutrient deficiencies in the same study population [19,20]. At the light of our results, we believe that the promotion of dietary diversification strategies to improve children's food consumption is needed in the study area, and we expect that findings documented by this study would assist policy makers plan and undertake regional initiatives to streamline those recommendations.

## Acknowledgments

We thank the study participants for volunteering to participate in the study; the data collectors for performing field work; the Armauer Hansen Research Institute/All Africa Leprosy Rehabilitation and Training Center and the Fundación Española para la Cooperación Internacional, Salud y Política Social for providing logistic and technical support.

We also gratefully acknowledge the financial support of the UBS–Optimus Foundation (Switzerland) through the Visceral Leishmaniasis and Malnutrition in Amhara State, Ethiopia Project. Support was also provided by the Instituto de Salud Carlos III through Tropical Diseases Research Network Grants RICET RD06/0021/0009 and RD06/0021/0000.

## References

1. United Nations Children's Fund (UNICEF). Strategy to Reduce Maternal and Child Undernutrition. New York; USA: 2003. Available: [http://www.unicef.org/eapro/Strategy\\_to\\_reduce\\_maternal\\_and\\_child\\_undernutrition.pdf](http://www.unicef.org/eapro/Strategy_to_reduce_maternal_and_child_undernutrition.pdf). Accessed: 2014 Nov 15.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Declaration of the World Summit on Food Security. Rome, Italy; Nov 16, 2009. Available:

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final\\_Declaration/WSFS09\\_Declaration.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WSFS09_Declaration.pdf). Accessed: 2014 Nov 15.

3. World Health Organization (WHO). 2012-2013 Biennium Report. Department of Nutrition for Health and Development: Evidence and Programme Guidance. WHO, Geneva; Switzerland: 2014. Available: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/101179/1/WHO\\_NMH\\_NHD\\_EPG\\_14.1\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/101179/1/WHO_NMH_NHD_EPG_14.1_eng.pdf?ua=1). Accessed: 2014 Nov 19.
4. Food and Agriculture Organisation (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), World Food Programme (WFP). The State of Food Insecurity in the World 2014. Strengthening the Enabling Environment for Food Security and Nutrition. FAO, Rome; Italy: 2014. Available: <http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf>. Accessed: 2014 Nov 19.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), World Food Programme (WFP). The state of food insecurity in the world, 2013: the multiple dimensions of food security. FAO, Rome; Italy: 2013. Available: <http://site.ebrary.com/id/10815961>. Accessed: 2014 Nov 29.
6. Von Braun J, Olofinbiyi T. Famine and Food Insecurity in Ethiopia. Case Study. Food Policy Dev Ctries Domest Policies Mark Prod Environ. 2009;2: 175.
7. Belew TA, Bader E, Palma G, Dop MC. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Nutrition Country Profile. Federal Democratic Republic of Ethiopia. FAO, Rome; Italy: 2008. Available: <http://www.fao.org/docrep/017/ap834e/ap834e.pdf>. Accessed: 2014 Dec 8.
8. Egata G, Berhane Y, Worku A. Seasonal variation in the prevalence of acute undernutrition among children under five years of age in east rural Ethiopia: a longitudinal study. BMC Public Health. 2013;13: 864.
9. Household Economy Approach (HEA). Tana Zuria Livelihood Zone (TZA) Amhara Region, Ethiopia 2007 [Internet]. Available: <http://www.heawebsite.org/countries/ethiopia/reports/hea-lz-profile-tana-zuria-livelihood-zone-tza-amhara-region-ethiopia-2007>. Accessed: 2014 Dec 8.
10. Central Statistical Agency and ICF International. Ethiopia Demographic and Health Survey 2011. Central Statistical Agency, Addis Ababa; Ethiopia and ICF International, Calverton, Maryland; USA: 2012 Mar. Available: <http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR255/FR255.pdf>. Accessed: 2014 Dec 11.
11. Berhane G, Paulos Z, Tafere K, Tamru S; International Food Policy Research Institute (IFPRI) and Ethiopian Development Research Institute (EDRI). Foodgrain consumption and calorie intake patterns in Ethiopia. ESSP II Working



- Paper No. 23. IFPRI, Washington, DC; USA: May 2011. Available: <http://www.ifpri.org/publication/foodgrain-consumption-and-calorie-intake-patterns-ethiopia>. Accessed: 2015 Jan 11.
12. Alemayehu, S, Dorosh, P, Asrat, S. Crop Production in Ethiopia: Regional Patterns and Trends. *Food Agric Ethiop Prog Policy Chall*. 2013;74: 53.
  13. Dorosh P, Schmidt E. The Rural-Urban Transformation in Ethiopia. International Food Policy Research Institute (IFPRI). ESSP2 Working Paper No. 13. IFPRI, Addis Ababa; Ethiopia: June 2010. Available: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/esspwp013.pdf>. Accessed: 2015 Jan 11.
  14. Frehiwot F. Food Insecurity and Its Determinants in Rural Households in Amhara Region. School of Graduate studies, Faculty of Business and Economics, Department of Economics, Addis Ababa University, Ethiopia: 2007.
  15. Ayele Z, Peacock C. Improving access to and consumption of animal source foods in rural households: the experiences of a women-focused goat development program in the highlands of Ethiopia. *J Nutr*. 2003;133: 3981S–3986S.
  16. Gibson MA, Gurm E. Rural to urban migration is an unforeseen impact of development intervention in Ethiopia. *PloS One*. 2012;7: e48708.
  17. Allen L. Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future. *J Nutr*. 2003;133: 3875S–3878S.
  18. Headey DD, Ecker O. Improving the measurement of food security. International Food Policy Research Institute (IFPRI) Discussion Paper 01225. IFPRI, Washington DC; USA: November 2012. Available: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp01225.pdf>. Accessed: 2015 Jan 31.
  19. Herrador Z, Sordo L, Gadisa E, Buño A, Gómez-Rioja R, Iturzaeta JM, et al. Micronutrient Deficiencies and Related Factors in School-Aged Children in Ethiopia: A Cross-Sectional Study in Libo Kemkem and Fogera Districts, Amhara Regional State. *PloS One*. 2014;9: e112858.
  20. Herrador Z SL, Gadisa E, Moreno J, Nieto J, Benito A, Aseffa A, Cañavate C, Custodio E,. Cross-Sectional Study of Malnutrition and Associated Factors among School Aged Children in Rural and Urban Settings of Fogera and Libo Kemkem Districts, Ethiopia. *PloS One*. 2014 Sep 29;9(9):e105880.
  21. Thompson B, Meerman J. Narrowing the Nutrition Gap: Investing In Agriculture to Improve Dietary Diversity. FAO, Rome; Italy: 2010. Available:

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agn/pdf/Narrowing\\_Nutrition\\_Gap\\_2013.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agn/pdf/Narrowing_Nutrition_Gap_2013.pdf). Accessed: 2015 Feb 2.

22. Asfaw S, Shiferaw B, Simtowe F, Muricho G, Abate T, Ferede S. Socio-economic Assessment of Legume Production, Farmer Technology Choice, Market Linkages, Institutions and Poverty in Rural Ethiopia: Institutions, Markets, Policy and Impacts Research Report No. 3. *Field Crops Res.* 2010;36: 103–111.
23. Sordo L, Gadisa E, Custodio E, Cruz I, Simón F, Abraham Z, et al. Low prevalence of leishmania infection in post-epidemic areas of Libo kemkem, Ethiopia. *Am J Trop Med Hyg.* 2012;86: 955–958.
24. Custodio E, Gadisa E, Sordo L, Cruz I, Moreno J, Nieto J, et al. Factors associated with leishmania asymptomatic infection: results from a cross-sectional survey in highland northern ethiopia. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012;6: e1813.
25. Fotso J-C, Kuate-Defo B. Measuring socioeconomic status in health research in developing countries: Should we be focusing on households, communities or both? *Soc Indic Res.* 2005;72: 189–237.
26. Kumaranayake L, Vyas S. Constructing socio-economic status indices: How to use principal component analysis. *Health Policy Plan.* 2006;21: 459–468.
27. Kennedy G, Ballard T, Dop MC. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Guidelines for measuring household and individual dietary diversity. FAO, Rome; Italy: 2011. Available: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/wa\\_workshop/docs/FAO-guidelines-dietary-diversity2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/wa_workshop/docs/FAO-guidelines-dietary-diversity2011.pdf). Accessed: 2015 Feb 2.
28. Ross J, Loftas T. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Dimensions of need: an atlas of food and agriculture. FAO, Rome; Italy: 1995. Available: <http://www.fao.org/docrep/U8480E/U8480E00.htm>. Accessed: 2015 Feb 10.
29. Goshu D, Kassa B, Ketema M. Measuring diet quantity and quality dimensions of food security in rural Ethiopia. *J Dev Agric Econ.* 2013;5: 174–185. doi:10.5897/JDAE12.141
30. Viswanath N. The Hierarchy of Poor: The Tension between Favoring Smallholder Farmers or Domestic Consumers in Ethiopian Agricultural Development. *Afr Policy J.* 2012;8: 30.
31. Provost C, Jobson E. Move over quinoa, Ethiopia's teff poised to be next big super grain. *The Guardian.* UK; 23 Jan 2014. Available: <http://www.theguardian.com/global-development/2014/jan/23/quinoa-ethiopia-teff-super-grain>. Accessed: 2015 Feb 2.

32. Paulos Z. Impact of Soaring Food Price in Ethiopia: Does Location Matter? Intl Food Policy Res Inst; 2009.
33. Gordon A, Tegegne, Demissie S, Tadesse M. International Livestock Research Institute (ILRI). Marketing systems for fish from Lake Taana, Ethiopia: Opportunities for improved marketing and livelihoods. ILRI, WorldFish Center, Regional Office for Africa and West Asia, Cairo; Egypt: 2007. Available: [https://ilri.org/InfoServ/Webpub/fulldocs/IPMSMarketingSystems/IPMSWorking\\_Paper2.pdf](https://ilri.org/InfoServ/Webpub/fulldocs/IPMSMarketingSystems/IPMSWorking_Paper2.pdf). Accessed: 2015 Feb 15.
34. BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna. Sustainable development of the fisheries value chain and fish processing capacity for economic livelihoods, food security and job creation in Amhara and SNNP Regions, Ethiopia [Internet]. United Nations Industrial Development Organization, Vienna; Austria: 2014. Available: [https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt\\_uebersicht?sprache\\_in=en&menue\\_id\\_in=300&id\\_in=10146](https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=en&menue_id_in=300&id_in=10146). Accessed: 2015 Feb 15.
35. United States Agency for International Development (USAID). Dairy Value Chains, End Markets and Food Security. Cooperative Agreement 663-A-00-05-00431-00. Submitted by Land O'Lakes, Addis Ababa; Ethiopia: 2010. Available: [http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Dairy%20Industry%20Development%20Assessment\\_0.pdf](http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Dairy%20Industry%20Development%20Assessment_0.pdf). Accessed: 2015 Feb 16.
36. United States Agency for International Development (USAID). 2014 School Milk Day Campaign Kick-off. USAID Ethiopia AGP-LMD Mekelle, Tigray; Ethiopia: 20 Oct 2014. Available: [http://ethiopia.usembassy.gov/pr\\_037.html](http://ethiopia.usembassy.gov/pr_037.html). Accessed: 2015 Feb 18.
37. Chaillot C. The Ethiopian Orthodox Church. Wiley-Blackwell Companion Afr Relig. 2012; 234.
38. Walker SP, Wachs TD, Gardner JM, Lozoff B, Wasserman GA, Pollitt E, et al. Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Lancet*. 2007;369: 145–157.
39. Allen L, De Benoist B, Dary O, Hurrell R. Guidelines on food fortification with micronutrients.. Geneva: World Health Organization (WHO) and Rome: Food and Agriculture Organization (FAO); 2006. Available: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012\\_eng.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012_eng.pdf?ua=1). Accessed: 2015 Feb 18.
40. Arimond M, Ruel MT. Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia Demographic and Health Survey 2000. *Food Consum Nutr Div Discuss Pap*. 2002;143: 2002.
41. Nguyen PH, Avula R, Ruel MT, Saha KK, Ali D, Tran LM, et al. Maternal and child dietary diversity are associated in Bangladesh, Vietnam, and Ethiopia. *J Nutr*. 2013;143: 1176–1183.
42. Savage JS, Fisher JO, Birch LL. Parental influence on eating behavior: conception to adolescence. *J Law Med Ethics*. 2007;35: 22–34.



43. De Rezende MJ. Inequalities, Exclusions and Social Engineering: the“ Human Development Report (HDR/UNDP/UNO) Proposal of 2004.”*Investig Desarro.* 2010;18: 218–241.
44. Keding GB, Msuya JM, Maass BL, Krawinkel MB. Relating dietary diversity and food variety scores to vegetable production and socio-economic status of women in rural Tanzania. *Food Secur.* 2012;4: 129–140.
45. Helen Keller International. Bangladesh. When the decision-maker is a woman: does it make a difference for the nutritional status of mothers and children? *Nutritional Surveillance Project Bulletin* No 8. Nov 2001.
46. Gebre GG. Determinants of food insecurity among households in Addis Ababa city, Ethiopia. *Interdiscip Descr Complex Syst.* 2012;10: 159–173.
47. United Nations Children’s Fund (UNICEF). Summary of Food Security and Vulnerability in Selected Urban Centers of Ethiopia. UNICEF, Addis Ababa; Ethiopia: August 2009. Available: <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp221386.pdf>. Accessed: 2015 Feb 20.
48. Belachew T, Yemane T. Dietary diversity among people 40 years and above in Jimma Town. *Ethiop J Health Sci.* 2007;17.
49. Popkin BM. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. *Proc Nutr Soc.* 2011;70: 82–91.
50. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Targeting for nutrition improvement: resources for advancing nutritional well-being. FAO, Rome; Italy: 2001. Available: <http://www.fao.org/docrep/004/y1329e/y1329e00.htm>. Accessed: 2015 Feb 27.
51. Ferro-Luzzi A, Morris SS, Taffesse S, Demissie T, D’Amato M. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Seasonal Undernutrition in Rural Ethiopia. Magnitude, Correlates, and Functional Significance. Research report 118, IFPRI, Washington DC; USA: 2001. Available: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr118.pdf>. Accessed: 2015 Feb 27.
52. Amare Y, Adal Y, Tolossa D, Castro AP, Little PD. Food Security and Resource Access. BASIS/Institute of Development Research, Addis Ababa University. A Final Report on the Community Assessments in South Wello and Oromiya Zones of Amhara Region, Ethiopia. Addis Ababa; Ethiopia: 2000. Available: <http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/3834/bashorn0001a.pdf?sequence=1>. Accessed: 2015 Feb 28.
53. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission to Ethiopia. Special Report. FAO, Rome; Italy: February 2010. Available: <http://www.fao.org/docrep/012/ak346e/ak346e00.htm>. Accessed: 2015 Feb 28.



54. Tolossa D. Household Seasonal Food Insecurity in Oromiya Zone, Ethiopia: Causes. Organization for Social Science Research in Eastern and Southern Africa (OSSREA), Addis Ababa; Ethiopia: 2002. Available: [http://publications.ossrea.net/index.php?option=com\\_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&sobi2Id=2620&Itemid=0](http://publications.ossrea.net/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&sobi2Id=2620&Itemid=0). Accessed: 2015 Feb 27.
55. Girma W, Genebo T. Determinants of nutritional status of women and children in Ethiopia. ORC Macro, Calverton, Maryland; USA: November 2002; Available: <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FA39/02-nutrition.pdf>. Accessed: 2015 Feb 15.

